

# INNOVACIÓN EDUCATIVA: DESARROLLOS E INNOVACIONES

## COORDINADORES

ISRAEL BECERRIL ROSALES  
LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ  
EVA CATALINA FLORES CASTRO  
MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS  
JORGE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ





RED IBEROAMERICANA  
DE ACADEMIAS DE  
INVESTIGACIÓN

# **INNOVACIÓN EDUCATIVA: DESARROLLOS E INNOVACIONES**

ISRAEL BECERRIL ROSALES, LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ, EVA CATALINA FLORES  
CASTRO, MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS, JORGE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

**COORDINADORES**

**2019**

# INNOVACIÓN EDUCATIVA: DESARROLLOS E INNOVACIONES

## COORDINADORES:

ISRAEL BECERRIL ROSALES, LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ, EVA CATALINA FLORES CASTRO,  
MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS, JORGE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

## AUTORES:

ABIGAÍL GARCÍA ROQUE, ADALID GRACIANO OBESO, ADOLFO QUIROZ RODRÍGUEZ, ALEJANDRA DE LEÓN CRUZ, ALEJANDRA TORRES LÓPEZ, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ, ANA AURORA FERNÁNDEZ MAYO, ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ, ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS, ANA LAURA NIETO ROSALES, ANASTACIO PIÑA PEREZ, ÁNGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, ARIADNA JIMÉNEZ IBARRA, ARLENY LOBOS PÉREZ, ARTURO SANTOS OSORIO, BRISSA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, CARLOS ANTONIO VÁSQUEZ SOSA, CAROLINA MONTALVO ESPINOZA, CE TOCHTLI MENDEZ RAMIREZ, CLAUDIA PATRICIA FERNÁNDEZ DE LARA ARCOS, CRISTIAN MAURICIO REYES, CYNTHIA JEANNETTE AMORES MENDOZA, DAFNE GOMEZ DOMÍNGUEZ, DIANA ISABEL DÍAZ DÍAZ, DIEGO GARCÍA CRUZ, DIONISIO PÉREZ PÉREZ, EDGAR JESÚS CRUZ SOLÍS, EDWIN FIGUEROA RODRÍGUEZ, EMILLANO ALÉXIS ESCAMILLA MENDOZA, ERNESTO MARTÍNEZ REYES, ESTEFANY NICANOR BAUTISTA, EVA MERCEDES ALVARADO BRADY, FERNANDO MACHORRO RAMOS, FLOR MARÍA RUELAS GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES, FRANCISCO RAMOS GUZMÁN, GERARDO VILLALVA FRAGOSO, GRACIELA SANTOS MARTÍNEZ, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ, HUGO ARMANDO AGUILERA GARCÍA, IMANOL MÉNDEZ ROMÁN, INGRID CID MEJIA, IRMA ANGÉLICA GARCÍA GONZÁLEZ, IRVING MAURICIO LECONA LICONA, ISABEL LIRA VÁZQUEZ, ISRAEL BECERRIL ROSALES, JAVIER HERNÁNDEZ MENDOZA, JESÚS ALBERTO BÁEZ HIGUERA, JOEL HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ, JORGE ESTÉVEZ LAVÍN, JORGE RAMÓN HERNÁNDEZ BERNAL, JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA, JOSÉ ALBERTO REYES JIMÉNEZ, JOSÉ ALFONSO GÓMEZ SÁNCHEZ, JOSÉ ALFREDO SANTIAGO VILLAGÓMEZ CORTÉS, JOSE CARLOS GOMEZ QUEVEDO, JOSE LUIS SÁNCHEZ CASTILLO, JOSÉ PASCUAL HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES, JUAN JAIR AVENDAÑO SÁNCHEZ, JUAN MANUEL SEGUNDO FRANCO, JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO, JULIO CESAR MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, JULIO CÉSAR OVANDO GARCÍA, JULIO JARAMILLO RODRÍGUEZ, KALEB AL AISSA GARCÍA CONTRERAS, LILLANA GONZÁLEZ MUÑOZ, LIZBETH ANGÉLICA CASTAÑEDA ESCOBAR, LIZBETH HERNÁNDEZ ESCAMILLA, LIZZETT RIVERA ISLAS, LORENA MARTÍNEZ CARRILLO, LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA, MA ELIZABETH MONTIEL HUERTA, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, MANUEL LUNA LÓPEZ, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS, MARGARITA LIMÓN MENDOZA, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ, MARÍA DEL ROCÍO ACEVEDO SERRANO, MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS, MARÍA GUADALUPE TRUJILLO ESPINOZA, MARICELA SÁNCHEZ LÓPEZ, MARTIN JULIAN FERNÁNDEZ CUETO, MAYTE PULIDO CRUZ, NELLY SÁNCHEZ GÓMEZ, NORA ESTELA PONCE FERNÁNDEZ, OLGA LIDIA VIDAL VÁSQUEZ, RAMIRO MALDONADO PERALTA, ROSALÍA BONES MARTÍNEZ, SELENE GARCÍA NIEVES, SERGIO VÁSQUEZ ARANA, SINUHÉ DE JESUS ABURTO SANTOS, VANESSA ZAMUDIO VÁSQUEZ, VERONICA ROMO LÓPEZ, VÍCTOR HUGO BERDÓN CARRASCO, VIRGILIO CUAUTENCO HERNANDEZ, YADIRA LIZETH GONZAGA CAMPOS, YASMIN SOTO LEYVA

## EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO

DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ, ANA VICTORIA ORTEGA FERREL

## EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019



RED IBEROAMERICANA  
DE ACADEMIAS DE  
INVESTIGACIÓN

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
TEL (228)6880202  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
[www.redibai.org](http://www.redibai.org)  
[redibai@redibai.org](mailto:redibai@redibai.org)

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.

Fecha de aparición 04/12/2019.

ISBN: 978-607-8617-55-5



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.  
(607-8617)

Primera Edición

Ciudad de edición: Xalapa, Veracruz, México.

No. de ejemplares: 200

Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato PDF 20 MB

ISBN 978-607-8617-55-5

---

**INDICE****FRITURA DE MALANGA**

ALEJANDRA DE LEÓN CRUZ, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS, VERONICA ROMO LÓPEZ

1

**VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DE UNA MICROEMPRESA DENOMINADA MOLE Y SALSAS DOÑA LIONCHA**

DAFNE GOMEZ DOMÍNGUEZ, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS, VERONICA ROMO LÓPEZ

20

**MAPEO DE VALOR DEL PROCESO DE ALFARERÍA, CASO DE ESTUDIO: EL ORIGINAL, ACATLÁN DE OSORIO.**

GRACIELA SANTOS MARTÍNEZ, ANA LAURA NIETO ROSALES, FRANCISCO RAMOS GUZMÁN

38

**DETECCIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DE MEJORA Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES EN LA EMPRESA ELOTES Y RASPADOS FÉLIX**

EVA MERCEDES ALVARADO BRADY, ÁNGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ, JAVIER HERNÁNDEZ MENDOZA

49

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MOLIENDAS DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PILONCILLO**

SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS, ABIGAIL GARCÍA ROQUE, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ

58

**PRONÓSTICO ESTADÍSTICO POR EL MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES PARA LA PRODUCCIÓN DEL LIMÓN PERSA (CITRUS LATIFOLIA) DE LOS MUNICIPIOS DE MARTÍNEZ DE LA TORRE, VER., VS TECOMÁN, COLIMA**

LORENA MARTÍNEZ CARRILLO, MA ELIZABETH MONTIEL HUERTA, ALEJANDRA TORRES LÓPEZ

68

**EVALUACION DE LA PRODUCCION DE MIEL DE ABEJA EN BASE A LOS METODOS DE EXTRACCION Y ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACION**

MARTIN JULIÁN FERNÁNDEZ CUETO, MAYTE PULIDO CRUZ, MARGARITA LIMÓN MENDOZA, ISABEL LIRA VÁZQUEZ

85

**ANÁLISIS RETROSPECTIVO Y PROSPECTIVO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN MÉXICO**

VANESSA ZAMUDIO VÁZQUEZ, VÍCTOR HUGO BERDÓN CARRASCO, JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTÉS

100

**APLICACIÓN DE METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR LA FRACCIÓN DISCONFORME EN PROCESOS TEXTILES DE TEJIDO-CARDADO.**

ARTURO SANTOS OSORIO, YASMIN SOTO LEYVA, ROSALIA BONES MARTINEZ, LILIAN GONZÁLEZ MUÑOZ

113

**USO, PREPARACIÓN Y APLICACIÓN TRADICIONAL DE HIERBAS MEDICINALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ MIAHUATLÁN, PUEBLA**

ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES

128

**REVIEW SOBRE LA PINTURA COMO UNA NUEVA TECNOLOGÍA**

CRISTIAN MAURICIO REYES, JUAN MANUEL SEGUNDO FRANCO, JOSE LUIS SÁNCHEZ CASTILLO

143

**SISTEMA DE GESTIÓN EN EL TRABAJO BASADO EN LA ISO 45001:2018 EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES, MAQUINARIA Y CONTROL S.A. DE C.V**

CYNTHIA JEANNETTE AMORES MENDOZA, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, ARLENY LOBOS PÉREZ, JORGE ESTÉVEZ

LAVÍN

151

---

**INDICE****IMPLEMENTACION DE ESTUDIO DEL TRABAJO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CALCETAS.**

VIRGILIO CUAUTENCO HERNANDEZ, LIZZETT RIVERA ISLAS, LIZBETH HERNANDEZ ESCAMILLA  
166

**DIGITALIZACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EMPRESARIALES MEDIANTE SOFTWARE DE GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO**

JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA, BRISSA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS  
182

**SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE O<sub>2</sub> EN ESTANQUE DE ACUACULTURA MEDIANTE EL CONTROL DE SEDIMENTACIÓN, AIREACIÓN Y FLUJO DE AGUA.**

ARIADNA JIMÉNEZ IBARRA, JUAN JAIR AVENDAÑO SÁNCHEZ, IRMA ANGÉLICA GARCÍA GONZÁLEZ  
195

**APLICACIÓN DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA LA MEJORA DE LA PROUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA TEXTIL (CASO DE ESTUDIO)**

VIRGILIO CUAUTENCO HERNANDEZ, LIZZETT RIVERA ISLAS, LIZBETH HERNANDEZ ESCAMILLA, EDGAR JESÚS CRUZ SOLÍS,  
JULIO CESAR MARTÍNEZ HERNÁNDEZ  
215

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DISPENSADORA DE LÍQUIDOS**

FRANCISCO RAMOS GUZMÁN, EMILIANO ALÉXIS ESCAMILLA MENDOZA, GRACIELA SANTOS MARTÍNEZ  
231

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA HERRAMIENTA TIPO CNC UTILIZANDO EL SOFTWARE SOLIDWORKS.**

DIANA ISABEL DÍAZ DÍAZ, FERNANDO MACHORRO RAMOS, JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO  
242

**SIMULACION DE EFICIENCIA EN PROCESO DE PRODUCCION POR MEDIO DE LEAN SIX SIGMA EN LA FABRICACIÓN DE TAPA PARA VASO DE PLASTICO**

ANASTACIO PIÑA PEREZ, ISRAEL BECERRIL ROSALES, SERGIO VAZQUEZ ARANA  
253

**SOFTWARE PARA EL RECONOCIMIENTO Y REGISTRO DE MARCAS DE HERRAR USANDO APRENDIZAJE AUTOMATICO PARA EL SECTOR GANADERO**

DIONISIO PÉREZ PÉREZ, JULIO JARAMILLO RODRÍGUEZ  
270

**TECNOLOGÍA MÓVIL DE UN EXPEDIENTE MÉDICO PERSONAL PARA PACIENTES CON RIESGO DE SALUD DE HIPERTENSIÓN**

JULIO CÉSAR OVANDO GARCÍA, JOSÉ ALFONSO GÓMEZ SÁNCHEZ, SELENE GARCÍA NIEVES  
278

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE UN MOVILIZADOR DE RODILLA APLICANDO LA LEY CONSTRUCTUAL**

IRVING MAURICIO LECONA LICONA, ERNESTO MARTÍNEZ REYES, ADOLFO QUIROZ RODRÍGUEZ, JOEL HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ  
295

**LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN: MOTORES DEL DESARROLLO HUMANO**

CLAUDIA PATRICIA FERNÁNDEZ DE LARA ARCOS, LIZBETH ANGÉLICA CASTAÑEDA ESCOBAR, NELLY SÁNCHEZ GÓMEZ  
315

---

**INDICE**

- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA IPERC EN LA ELABORACIÓN DE CEBOS PARA RATAS.**  
JOSE CARLOS GOMEZ QUEVEDO, LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ  
325
- ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES**  
MARICELA SÁNCHEZ LÓPEZ, OLGA LIDIA VIDAL VÁSQUEZ  
338
- REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DE UN ERP EN UNA EMPRESA TEXTIL**  
MANUEL LUNA LÓPEZ, HUGO ARMANDO AGUILERA GARCÍA, JORGE RAMÓN HERNÁNDEZ BERNAL  
352
- EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE UNA EMPRESA DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.**  
YADIRA LIZETH GONZAGA CAMPOS, IMANOL MÉNDEZ ROMÁN, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES  
365
- CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE TOMATE EN INVERNADERO**  
RAMIRO MALDONADO PERALTA, FLOR MARÍA RUELAS GONZÁLEZ, ADALID GRACIANO OBESO  
377
- ACEPTACIÓN DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO EN CULTIVOS DE MAÍZ COMO MEJORADOR DE SUELO PRODUCIDO A BASE DE LOMBRICULTURA EN GUASAVE, SINALOA.**  
ADALID GRACIANO OBESO, JESÚS ALBERTO BÁEZ HIGUERA, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ  
387
- CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS Y CALIDAD NUTRITIVA DEL ENSILADO DE TRES VARIEDADES DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mayz* L.).**  
GREGORIO POLLORENA LÓPEZ, GRACIANO OBESO ADALID, NORA ESTELA PONCE FERNÁNDEZ  
400
- APROVECHAMIENTO DE LA PULPA DE CALABAZA (CUCURBITA SPP) PARA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO**  
MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS, DIEGO GARCÍA CRUZ, JOSÉ PASCUAL HERNÁNDEZ JIMÉNEZ  
413
- APLICACIÓN DE MACRO DE EXCEL® PARA DISEÑO DE CURVAS SIMPLES Y SUS TANGENTES**  
CE TOCHTLI MENDEZ RAMIREZ, KALEB AL AISSA GARCÍA CONTRERAS, JOSÉ ALBERTO REYES JIMÉNEZ  
423
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CABINA PARA SIMULAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON DISPOSITIVOS IOT.**  
EDWIN FIGUEROA RODRÍGUEZ, CARLOS ANTONIO VÁSQUEZ SOSA, CAROLINA MONTALVO ESPINOZA  
436
- FORMULACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA VEGETAL A PARTIR DE SEMILLAS DE GIRASOL, PIPIÁN Y AMARANTO.**  
GERARDO VILLALVA FRAGOSO, MARÍA GUADALUPE TRUJILLO ESPINOZA, MARÍA DEL ROCÍO ACEVEDO SERRANO  
450

---

# FRITURA DE MALANGA

ALEJANDRA DE LEÓN CRUZ<sup>1</sup>, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS<sup>2</sup>, VERONICA ROMO LÓPEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

La empresa, Innovaciones Tecnológicas para la Agricultura S de RL Delicrunch “Mi botana favorita” (botanas saludables, incluyendo malanga) se dedica a la elaboración y venta, de la Malanga frita en diferentes variedades, malanga natural, adobada, con queso, con las diferentes variedades para el gusto del público, ya que nuestra empresa está ubicada en la Comunidad de Arroyo de Piedra, del Municipio de Actopan, Ver.

Con respecto al titular de nuestra empresa a cargo del Ing. Jesús Octavio Blanco Andrade. Su domicilio en la comunidad de Arroyo de Piedra, Veracruz en la calle Venustiano Carranza S/N, con un horario de 8 a.m. a 4 p.m.,

Así mismo la empresa , Innovaciones Tecnológicas para la Agricultura S de RL es un proyecto de hace 2 años, ya que las instalaciones están a punto de ser concluidas, además cuenta con 6 colaboradores en la empresa, facilitando empleo a los miembros de la comunidad y comunidades vecinas etc.

La región en la que estamos, es una región malagüera, ya que nosotros compramos malanga a los empaches que no aprueban el tamaño de la malanga, con esto reducimos los los costos en comprar malanga al productor, la provechamos en freírla y hacerla a nuestro estilo batanero de diferentes variedades, todo es a gusto de las diferentes edades que tiene la población, nuestra finalidad es que nuestra pequeña empresa sea reconocida en la región, en el estado y en el país.

El producto, se caracteriza por ser una botana saludable, es bajo en calorías, es muy nutritivo para los consumidores con un sabor esquicito, con un valor nutricional

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván  
alejandra.de.leon.cruz@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván mandira13@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván Veroromo.lopez@hotmail.com

superior a las papas comerciales. Es fácil de adquirir en cualquier tienda de la region a un buen precio.

## **INTRODUCCIÓN**

La malanga es una planta perteneciente a la familia Aracae, por motivos geográficos existen dos géneros El llamado Colacasio originario del sureste de Asia y el Xanthosoma que tiene su origen en las Antillas en el continente americano, el género Colacasio es introducido a América.

Cuando los europeos llegaron al continente americano encontraron este producto desde el sur de México hasta Bolivia

En el año 2006 se comenzó a sembrar Malanga en el estado de Veracruz, debido a la altitud, buen clima, tierras fértiles y con el abasto de una fuente natural de agua, se ha logrado obtener un producto que cumple con los estándares de la mas alta calidad a nivel internacional. Actualmente México se está consolidando como uno de los países productores de malanga coco, ya que los estados de Veracruz y Oaxaca han comenzado a producir dicho cultivo y lo han visto rentable para sus campos.

Actualmente el municipio de Actopan en el estado de Veracruz es donde se concentra la mayor producción de malanga coco. Lo que ha motivado a que los productores sigan extendiendo sus cultivos es la rentabilidad y la demanda en el mercado de dicho tubérculo.

La Producción de Malanga en el Municipio de Actopan, Veracruz, ha sido una fuente generadora de empleos para jóvenes y mujeres de todas las edades, ya que a la hora de la cosecha el Tubérculo debe de lavarse para quitarle los residuos de lodo y raíces que se quedan adheridos a ella al momento de la extracción, con esto se ha tenido un beneficio en general para toda la población y personas que gustan de trabajar en esta labor, a la orilla del rio Actopan es común ver decenas de personas realizando este trabajo tan concurrido por señoras, jóvenes y niños para ganarse unos pesos y mejorar su economía.



“La Malanga está cobrando una gran importancia a nivel comercial por la calidad del almidón para la industria y como especie para la alimentación, principalmente como dieta tropical y como fuente de energía”.

Una de sus características es que los granos de almidón son muy pequeños, de ahí su gran digestibilidad y sus magníficas propiedades que lo hacen un alimento ideal para las personas que padecen trastornos digestivos.

Lo utilizan como sustituto del Trigo en Alimentos. Es un ingrediente común de sopas y guisados. Pueden también ser comidos asados, fritos, o en puré.

Las hojas jóvenes de algunas especies pueden comerse hervidas como verduras o en sopas, pucheros, cocidos o estofados. Y actualmente se hace en torta horneada y torito.

La composición química de los cormos es alta en nutrientes disponibles, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, por lo que se le considera un excelente alimento. Se consumen cocidos y como harina para diversos usos como frituras.

COMPARACIÓN DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DE LA MALANGA (CORMO) CON TUBERCULOS CONVENCIONALES (100g de porción comestible, base fresca)

ALIMENTO	KCAL	PROTEINA (grs)	CALCIO (grs)
Malanga	8.5	2.5	19.10
Camote	103	1.0	14.00
Papa	76	1.6	17.50
Yuca	121	1.0	28.20

Fuente: Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, México

**DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO.**

Nuestra empresa nace con la idea de un emprendedor el Biologo Jesús Octavio Blanco Andrade ya que La región en la que estamos, es una región malangüera. Se podía observar que al corte del producto había malanga que no cubría los

estándares de calidad (en cuanto al tamaño) ya que es de gran demanda para el mercado asiático por lo que las malangas pequeñas eran vendida al mercado de la región a un bajo costo, para consumirlas de diferentes formas. a su vez ese tamaño era aceptable por lo que se decidió transformarla en fritura reduciendo costos en materia prima e iniciando operaciones hace dos años, microempresa la cual denominamos “Innovaciones Tecnológicas para la Agricultura S de RL” Delicrunch “mi botana favorita”

### **NATURALEZA DE LA EMPRESA**

Es una empresa Industrial, nos dedicamos a la transformación de la materia prima, produciendo frituras de malanga que consisten en rodajas fritas, nutritivas con menos calorías y que son aceptadas en la dieta como complemento de una alimentación. Para los niños como snack es un alimento saludable, es por eso que producimos una variedad de presentaciones con un sabor único para satisfacer el paladar del consumidor.

Dentro de nuestras variedades tenemos, la tradicional malanga natural, adobada, con queso jalapeño, habanero, azúcar con canela.

Actualmente nuestro mercado es regional y nuestro producto es distribuido en las tiendas y hacemos envíos sobre pedidos a algunos estados.

### **FILOSOFIA DE LA EMPRESA**

#### **MISIÓN**

Ser una empresa reconocida que proporcione al cliente, productos de alta calidad, con bajo contenido calórico a precios accesibles en sus diferentes presentaciones, que a su vez sea fuente de empleo creando un crecimiento económico en la región.

#### **VISIÓN**

Posicionarnos en el mercado nacional como la mejor empresa dedicada a la elaboración y distribución de frituras de malanga, satisfaciendo las necesidades del paladar del consumidor.

## OBJETIVOS GENERALES

Ofrecer un producto nutritivo de gran sabor y calidad para el consumidor, ampliando sus presentaciones, dándolo a conocer y distribuyéndolo en el mercado regional y nacional.

## ESTRUCTURA DEL NEGOCIO

Haciendo énfasis en la estructura de nuestro negocio Las Áreas funcionales están definidas de tal manera que hay una persona responsable por cada área y el trabajo en equipo, la sincronización y la armonía como se trabaja ha sido muy importante en el desempeño de las actividades



## El Personal

Esta empresa, es de tipo micro, así que para iniciar se necesitó la contratación de 6 personas, ya que cuentan con experiencia habilidades y conocimientos en el área productiva con un salario mínimo como inicio de 120.00, 1 día de descanso , aprox. 6 horas laborables ya que por la elaboración del producto debe ser muy rápida. Previendo que en un futuro la posibilidad de integrar vacantes según se vaya expandiendo el negocio.

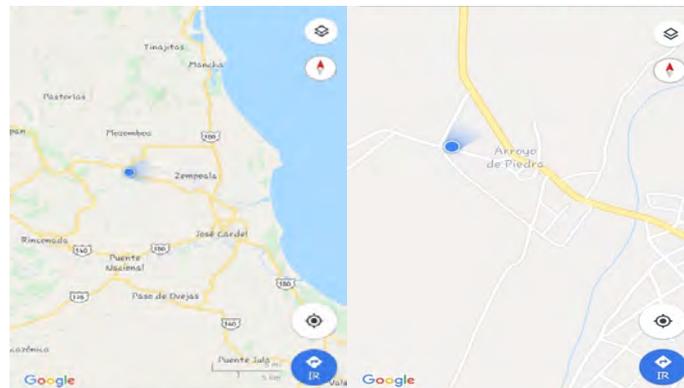
## MERCADOTECNIA

Arroyo de Piedra comunidad del municipio de Actopan, del estado de Veracruz, ya que es una comunidad pequeña, colinda con la comunidad de Jareros del municipio de Úrsulo Galvan, así mismo está cerca de la CD CARDEL, la comunidad Arroyo de piedra cuenta con la población de 300 habitantes según el INEGI en el 2018.



El comercio en la comunidad de Arroyo de Piedra, se ha destacado importante en los últimos años, ya que ha destacado empleo a los miembros de la comunidad y comunidades vecinas, su principales proveedores se encuentra en el estado de Veracruz, Cardel, Xalapa, Veracruz puerto, Puebla, Guadalajara, se ha convertido en el punto de reunión principal para las actividades de compra/ venta de los lugares circunvecinos etc.

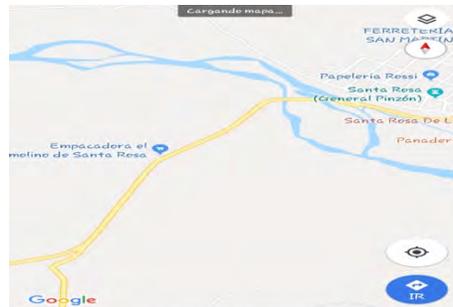
**MICROLOCALIZACION**



**La Competencia**

en nuestra región existen algunas empresas dedicadas a la producción y elaboración de frituras de malanga, en la zona de Santa Rosa, Mozomboa y en el mismo municipio de Actopan.

Doña Leo. Es una empresa malanguera, que también produce frituras, en diferentes sabores, ubicada en la comunidad de santa Rosa, municipio de Actopan, ver.



## CLIENTES Y PRODUCTOS.

se decide llamar a la empresa “ Innovaciones Tecnológicas para la Agricultura S de R.L.” con el fin de proporcionar identidad a nuestro producto, ya que no es muy conocido a nivel nacional, además de la zona es 100% agrícola. Nuestro Slogan Delicrunch “mi botana favorita”



Consiste en la elaboración de frituras de malanga, ya que es una botana para el gusto de las personas en las diferentes edades desde niños hasta adultos, contando una línea de diferentes sabores, desde naturales, picantes y dulces.

Es un producto muy económico, que lo podemos adquirir en tiendas, abarrotes, supermercados etc.

Presentación por sabor: Se presentan por 4 variedades natural, adobada y de queso jalapeño, azúcar y canela, la fritura de malanga viene por paquete de 85gr, en bolsa de papel celofán con su presentación enfrente de la bolsa pegada, su objetivo del cliente es que pueda ver el contenido y la consistencia del producto cuenta con un cuadro nutricional, tiene una portada llamativa y atractiva, el empaque tiene una breve descripción del producto y de la empresa que lo elaboro con la información proporcionada de la empresa, con el sabor de la malanga que quiere consumir de manera individual etc.

## ANÁLISIS DEL MERCADO

Como podrán ver existen marcas conocidas en la región, ya que la malanga ha sido innovadora en los últimos años, por lo que tenemos la visión de llegar al mercado nacional, pocas son las personas que han probado la fritura de malanga hemos decidido en levantar una encuesta para saber el mercado del consumo etc.

#### INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Se realizó formalmente una investigación de mercado, con el fin de identificar cual será la aceptación del producto en un determinado grupo de interés, así como la determinación del tamaño de la muestra, aplicación de encuestas, recopilación y análisis de datos.

#### DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Formula

$$n = \frac{z^2 N p \cdot q}{e^2(N - 1) + z^2 p \cdot q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

z<sup>2</sup>= Valor según el nivel de confianza

N= Grupo de Interés

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

e<sup>2</sup>= Margen de error

Nuestros municipios consultados para nuestra muestra son Ursulo Galván, La Antigua y Actopan.

Ursulo Galván teniendo una población de: 30,852 habitantes

La Antigua: 26,165 habitantes

Actopan: 43,541 habitantes

Teniendo una cantidad de 80,446.4 habitantes que es el valor de N. tomando en cuenta niños, jóvenes y adultos y ancianos.

SUSTITUCIÓN DATOS:

n=?

z<sup>2</sup>= 1.95

N= 80,446.4

p= 50%

q= 50% e= 0.05

$$n = \frac{1.95^2 (80,446.4) (.50)(.50)}{0.05^2 (80,446.4 - 1) + 1.95^2 (.50)(.50)}$$

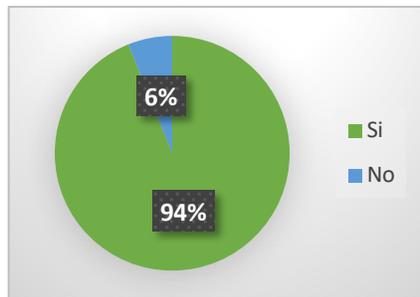
$$n = \frac{76,474.359}{202.064125}$$

$$n = 378.465 = 378$$

N= 378 Encuestas

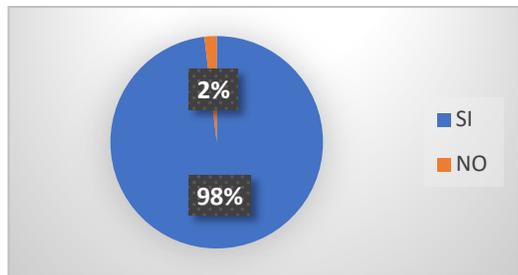
El resultado de la formula al tamaño de la muestra para ser aplicada en los 3 municipios de Veracruz que son Úrsulo Galván, La Antigua y Actopan, será a 378 personas en todas las edades, las cuales están conformadas por 9 preguntas de opción múltiple mostrando el análisis del resultado por graficas de la siguiente manera.

1. ¿HAS PROBADO LA FRITURA DE MALANGA?



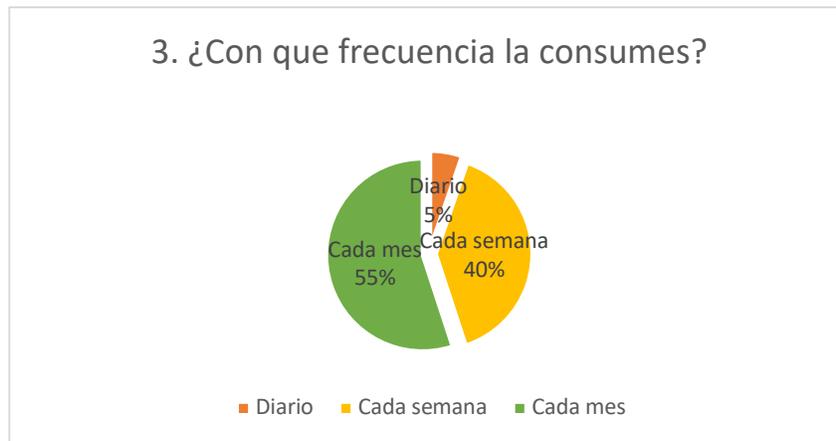
Como se puede observar en la gráfica el 94% han probado la fritura de malanga y el 6% no la han probado aun, esto nos equivale a un 100% de 378 encuestados tanto niños, jóvenes y adultos.

2. ¿TE GUSTARÍA PROBAR LA FRITURA DE MALANGA?



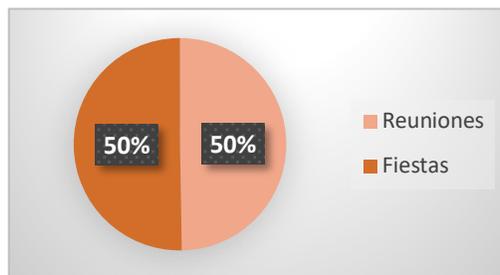
Como se puede observar en la gráfica el 98% mencionaron que si les gustaría probar la malanga y el 2% mencionaron que no les gustaría probarla esto nos equivale a un 100% de nuestra muestra de 378 encuestados tanto niños, jóvenes y adultos.

3. ¿CON QUE FRECUENCIA LA CONSUMES?



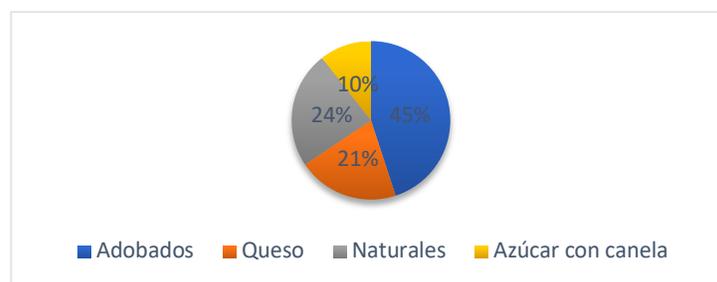
En la gráfica podemos observar que el 5% consume la malanga diario, el 40% la consume cada semana y el 55% la consume cada mes, esto nos equivale a un 100 de los 378 encuestados, como niños, jóvenes y adultos.

4. ¿EN QUÉ MOMENTO LA CONSUMES?



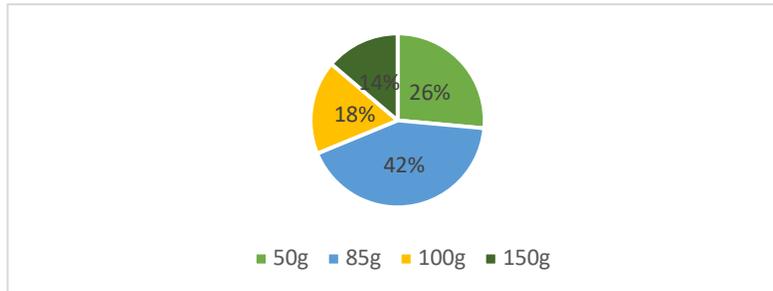
Como podemos observar que se mantiene un equilibrio el 50% en las reuniones y el otro 50% en fiestas.

5. ¿DE LOS SABORES CUAL TE AGRADA MÁS?



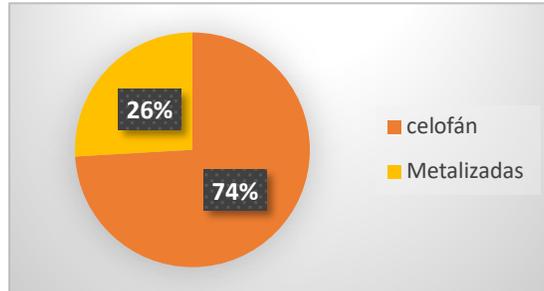
Como podemos observar en la gráfica el 45% consume más el sabor adobado, el 21% consume el sabor de queso, el 24% consume el sabor natural y por último el 10% consume el sabor a azúcar con canela, esto nos da a un 100% de nuestra muestra de 378 encuestados tanto niños, jóvenes y adultos.

6. ¿EN QUÉ PRESENTACIÓN TE GUSTARÍA CONSUMIRLAS?



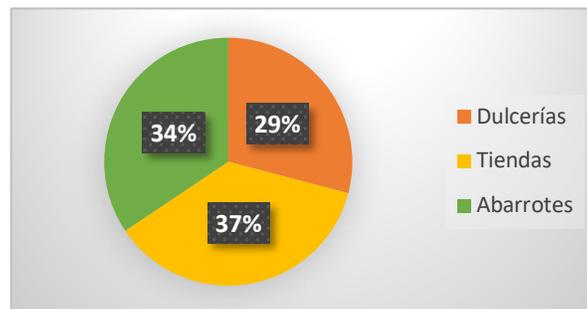
Como podemos observar en nuestra grafica el 26% les gusta la presentación de 50g, el 42% la presentación de 85g, el 18% la presentación de 100%, y el 14% prefiere 150g, esto nos equivale a un 100% de nuestra muestra de 378 encuestados tanto niños, jóvenes y adultos etc.

7. ¿CÓMO TE GUSTARÍA QUE FUERA LA PRESENTACIÓN?



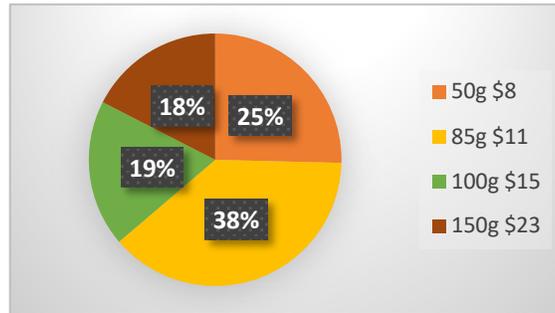
Como podemos observar el 74% voto que prefiere la presentación en celofán porque se aprecia mejor el producto y el 26% voto por la presentación metalizada.

8. ¿A DÓNDE TE GUSTARÍA ADQUIRIR EL PRODUCTO?



En nuestra grafica podemos observar que del 100% que equivale a 378 encuestados tanto niños, jóvenes y adultos prefieren que el 30% adquirir el producto en dulcerías, el 37% en tiendas y por último el 34% en Abarrotes.

9. ¿CUÁNTO ESTARÍA DISPUESTO A PAGAR?



Como podemos observar en nuestra grafica el 25% prefiere consumir 50g y pagar \$8 por el producto, el 38% prefiere consumir 85g y pagar \$11, asi mismo 19% prefiere consumir 100g y pagar \$15 por el producto y por último el 18% prefiere consumir 150g y pagar \$23 para convivir con la familia etc.

Como se puede observar el comportamiento de la aceptación de la fritura de la malanga es de un 94%, asi mismo el consumidor prefiere la presentación de las frituras adobadas con 85g.

Posteriormente se puede observar que el precio que fue más aceptado es de \$11 lo cual lo hace más accesible a la económica del consumidor.

También nos permitirá posesionarnos en el mercado tanto regional como nacional a mediano plazo, lo cual nos dará un desarrollo económico a las comunidades y campesinos que siembran la malanga en el municipio de Ursulo Galván, La antigua y Actopan etc.

Así mismo gracias a la encuesta podemos saber que la presentación en envoltura que más les llama la atención y que es preferente para el público es la bolsa celofán con etiqueta en tamaño adecuado que se pueda ver mejor el producto.

Haciendo énfasis que la población consume un equilibrio en 50% en fiestas y el otro 50% en reuniones etc.

Gracias estas encuesta podemos ver lo que la población necesita y lo que podemos mejorar en nuestra producción y presentación.

FIJACION DE PRECIO

Para poder fijar los precios de las frituras de malanga Delicrunch “mi botana favorita”, nos basamos, para calcular el precio de venta en los costos fijos y variables como se muestra en la gráfica. Pero como podemos observar los costos de producción son bajos por lo que tomamos en cuenta el precio de venta del producto con la competencia en el mercado.

INNOVACIONES TECNOLOGICAS PARA LA AGRICULTURA S. R.L.			
DELA960112			
DIRECCION			
MATERIAS PRIMAS			
MATERIAL		PRECIO COSTO	PRECIO VENTA
POR UNIDAD		1.34	10.00
DIARIOS	300	402.00	3,000.00
SEMANA	1,800	2,412.00	18,000.00
MES	7,200	9,648.00	72,000.00

SIMBOLOGÍA DE DATOS				
ABREVS		IMPORTE TOTAL		PRECIO PROM
CV=	COSTOS VARIABLES		\$17,648.00	\$ 2.45
CP=	COSTOS PROMEDIOS			
CF=	COSTOS FIJOS		\$ 26,727	\$ 3.71
PV	VENTAS		\$72,000.00	\$ 10.00
N.P.=	PAQUETES MENSUALES			7,200

### PUNTO DE EQUILIBRIO

Nos sirve para determinar el volumen mínimo de ventas mensuales que la empresa debe realizar para no perder ni ganar, En el punto de equilibrio de un negocio las ventas son iguales a los costos y los gastos, al aumentar el nivel de ventas se obtiene utilidad, y al bajar se produce pérdida.

SIMBOLOGÍA DE DATOS				
ABREVS		IMPORTE TOTAL		PRECIO PROM
CV=	COSTOS VARIABLES		\$17,648.00	\$ 2.45
CP=	COSTOS PROMEDIOS			
CF=	COSTOS FIJOS		\$ 26,727	\$ 3.71
PV	VENTAS		\$72,000.00	\$ 10.00
N.P.=	PAQUETES MENSUALES			7,200

PUNTO DE EQUILIBRIO EN PESOS				
	\$		26,727	
PE\$	1-	\$	17,648.00	\$
		\$	72,000.00	
				\$
				35,406

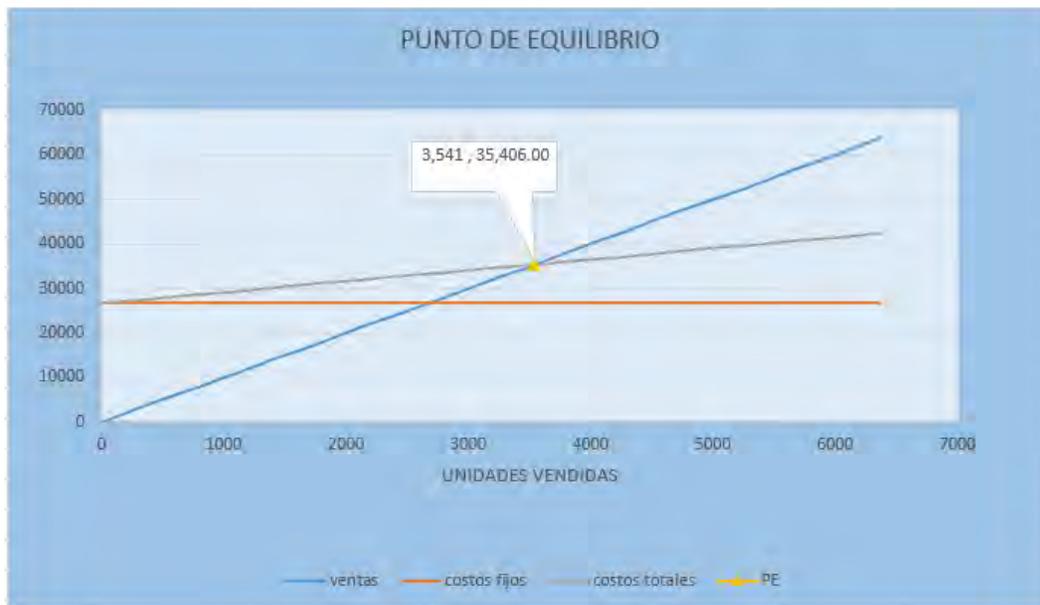
Como podemos observar el punto de equilibrio es de 35,406 que es lo que la empresa debe vender para poder solventar sus costos fijos y variables del costo del servicio.

		\$	26.727
Peu=		\$	7.55
Peu=			3.541

Esto significa que la empresa debe vender 3,541 paquetes para poder sostener sus costos fijos y variables.

En conclusión, obteniendo un ingreso de 35,406 por la venta de paquetes de fritura de malanga la empresa no pierde ni gana por lo tanto la utilidad es de cero, por lo que con este indicador nos sirve para tomar decisiones e incrementar el volumen de ventas.

**GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**



**FINANZAS**

Las finanzas son una rama de la economía y representan un valor para la gestión del negocio permitiendo a quienes dirigen tener información que le sirva a la realidad que enfrenta la empresa en el día a día; y al mismo tiempo logran tornarse en una herramienta de relevancia en la toma de decisiones..

La fase de la inversión se inicia con el establecimiento de la empresa, adquiriendo maquinaria, equipos y materiales, como podemos observar las necesidades financieras surgieron después de haber obtenido las estimaciones de los costos para iniciar operaciones por una parte y las ventas e ingresos por otra.

INNOVACIONES TECNOLOGICAS PARA LA AGRICULTURA DELICRI DECA950102 CALLE PRINCIPAL SIN ARROYO DE PIEDRA, VER		
CAPITAL INICIAL		
CONCEPTO		
FONDO FIJO DE CAJA		500.000
BANCOS		5,000.000
ALMACEN DE MATERIALES		9,648.000
<b>GASTOS Y PAGOS ANTICIPADOS</b>		
SEGUROS		500.00
TELEFONO		300.00
PAP Y UTILES		100.00
PROPAGANDA Y PUB.		300.00
AGUA POTABLE		50.00
ETIQUETAS		3,800.00
ENVOLTURAS Y EMPAQUES		3,800.00
LUZ		400.00
AGUA PURIFICADA		56.00
<b>INVERSION FISICA</b>		
ACTIVO FIJO		52,042.00
EQUIPO MENOR		570.00
<b>INVERSION DIFERIDA</b>		
GASTOS DE INSTALACION		1,000.00
ESTUDIO DE MERCADO		500.00
SUMA TOTAL		78,566.00

### FLUJO DE EFECTIVO

El flujo de efectivo es una de las herramientas más útiles para la planificación financiera ya que mide la diferencia entre los ingresos y salida de caja durante un periodo, es un factor decisivo para evaluar la liquidez del negocio en esta cedula se muestra el valor de la empresa a través del estado de flujo de efectivo proyectado a 5 años.

INNOVACIONES TECNOLOGICAS PARA LA AGRICULTURA DE UCURUNGU DECA850102 CALLE PRINCIPAL S/N ARROYO DE PIEDRA, VER FLUJO DE EFECTIVO						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INVERSION</b>	- 100,000.00					
CAJA Y BANCOS						
<b>INGRESOS POR VENTAS</b>		864,000.00	888,920.00	916,617.60	944,116.13	972,439.61
<b>TOTAL INGRESOS</b>		864,000.00	888,920.00	916,617.60	944,116.13	972,439.61
<b>EGRESOS COSTO</b>		587,545.52	603,626.89	621,735.69	640,387.76	659,599.40
MATERIA PRIMA		115,754.00	119,226.62	122,803.42	126,487.52	130,282.15
SUELDOS Y SALARIOS		279,324.48	288,322.21	296,971.88	305,881.04	315,057.47
SAR		2,592.00	2,669.76	2,749.85	2,832.35	2,917.32
INFONAVIT		6,480.00	6,674.40	6,874.63	7,080.87	7,293.30
IMSS		16,733.04	17,235.03	17,752.08	18,284.65	18,833.18
<b>GASTOS DE FABRICACION FIJOS</b>						
SEGUROS		6,000.00	6,180.00	6,365.40	6,556.36	6,753.05
TELEFONO		3,600.00	3,708.00	3,819.24	3,933.82	4,051.83
PAP Y UTILES		1,200.00	1,236.00	1,273.08	1,311.27	1,350.61
PROPAGANDA Y PUB.		3,600.00	3,708.00	3,819.24	3,933.82	4,051.83
AGUA POTABLE		600.00	618.00	636.54	655.64	675.31
ETIQUETAS		45,600.00	46,968.00	48,377.04	49,828.35	51,323.20
ENVOLTURAS Y EMPAQUES		45,600.00	46,968.00	48,377.04	49,828.35	51,323.20
LUZ		4,800.00	4,944.00	5,092.32	5,245.09	5,402.44
EQUIPO DE LIMPIEZA		278.00	286.34	294.93	303.78	312.89
AGUA PURIFICADA		672.00	692.16	712.92	734.31	756.34
MAQUINARIA		52,612.00	54,190.36	55,816.07	57,490.55	59,215.27
GASTOS DIFERIDOS		1,500.00	1,545.00	1,591.35	1,639.09	1,688.26
<b>SUBTOTAL</b>	-	276,454.48	286,293.11	294,881.91	303,728.36	312,840.22
AMORTIZACION DE CREDITO		100,000.00				
PAGO INTERESES CREDITO		18,421.19				
DEPRECIACIONES DE ACTIVOS FIJOS		12,156.20	12,027.20	12,027.20	12,027.20	12,027.20
AMORTIZACIONES ACTIVOS DIFER	-	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>SUBTOTAL</b>	-	130,677.39	12,127.20	12,127.20	12,127.20	12,127.20
<b>FLUJO D EFECTIVO</b>	- 100,000.00	145,777.03	274,165.91	282,754.71	291,601.16	300,713.02

El objetivo de este análisis es mostrar la viabilidad y rentabilidad a través del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento basándose en el flujo de efectivo proyectado a 5 años

Viabilidad es la probabilidad que existe de llevar a cabo un plan o misión, de concretarla efectivamente a través de una iniciativa de inversión, asimilándolo al medio en el que se verificarán los resultados e impactos de la intervención propuesta.

Rentabilidad brinda información sobre el desempeño de estos fondos invertidos, medido en términos de razón o tasa, puede asociarse así, a rendimiento aunque este concepto es más generado y se utiliza no solo respecto de los fondos, si no para medir el rendimiento de otros recursos no dinerarios.

### CALCULO DE VAN Y TIR

FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS	
CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO Y LA TASA INTERNA DE RETORNO	
DATOS	
NÚMERO DE PERIODOS	5
TIPO DE PERIODO	ANUAL
TASA DE DESCUENTO (i)	10%

DETALLE	0	1	2	3	4	5
FLUJOS NETOS DE EFCTIVO	-100,000	145,877	274,266	282,855	291,701	300,813

$VAN = I + \sum (FNE/(1+i)^n)$

**Tabla. Valor Actual Neto (VAN)**

No.	FNE	(1+i) <sup>n</sup>	FNE/(1+i) <sup>n</sup>
0	-\$100,000.00		-\$ 100,000.00
1	\$145,877.09	1.1	\$ 132,615.54
2	\$274,265.91	1.21	\$ 226,666.04
3	\$282,854.71	1.331	\$ 212,512.93
4	\$291,701.16	1.4641	\$ 199,235.82
5	\$300,813.02	1.61051	\$ 186,781.22
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 857,811.54</b>
		<b>VAN</b>	<b>\$857,811.54</b>

El objetivo de este análisis es mostrar la viabilidad midiendo el flujo de los futuro ingresos y egresos descontando la inversión inicial por lo que nos arroja una VAN \$ 857,811.54, como podemos observar el valor supera el costo por lo que se puede decir que el proyecto agrega valor económico

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es una herramienta muy importante para tomar la decisión de llevar a cabo un nuevo proyecto ya que se basa en estimaciones de rendimiento futuro los cuales pueden variar en el tiempo.

Tasa Interna de Retorno (TIR)	
Tasa de Descuento	VAN
0%	\$1,195,511.89
5%	\$1,007,716.50
<b>10%</b>	<b>\$857,811.54</b>
15%	\$736,553.96
20%	\$637,279.54
25%	\$555,104.67
30%	\$486,396.93
35%	\$428,417.33
<b>TIR</b>	<b>190%</b>

Como podemos observar en el flujo de efectivo nuestro financiamiento se paga en el primer año, aplicando una tasa de 10% de descuento, al calcular la TIR se obtuvo un resultado de 190% por lo que se considera bastante rentable, por lo que nos da la confianza de invertir en un futuro y ampliar nuestro mercado nacional e internacional ya que contamos con solvencia económica para hacer frente a nuestros compromisos.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Hernández Hernández A., y Hdez. Villalobos A., y Hdez. Suárez A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos. 5ª edición. México. Thompson.
- Baca Urbina G. (2010). Evaluación de proyectos. 4ª edición. México. Mc Graw Hill.
- Sapag Chain N., y Sapag Chain R. (2007). Preparación y evaluación de proyectos. 5ª edición. México. Mc Graw Hill.
- Coss Bu R. (2008). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. México. Limusa.
- Fontaine E.R. (2007). Evaluación social de proyectos. 12ª edición. México. Alfaomega.
- Díaz Martín Á. (2007). El arte de dirigir proyectos. 2ª edición. México. Alfaomega.
- Domingo Ajenjo A. (2005). Dirección y gestión de proyectos, un enfoque práctico. 2ª edición. México. Alfaomega.
- Hernández Abraham, Formulación y evaluación de proyectos de inversión, Ecafsa Thompson Learning, Cuarta edición. México 2003.
- Chamoun Yamal. Administración Profesional de Proyectos La Guía. Mc. Graw Hill Interamericana, México 2002
- <http://malangadeactopan.blogspot.com/2012/10/malanga-fritters-frituritas-de-malanga.html>

---

# VIABILIDAD Y RENTABILIDAD DE UNA MICROEMPRESA DENOMINADA MOLE Y SALSAS DOÑA LIONCHA

DAFNE GOMEZ DOMÍNGUEZ<sup>1</sup>, MARCO ANTONIO DÍAZ RAMOS<sup>2</sup>, VERONICA ROMO LÓPEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

Salsas Doña Lioncha, tienen elaboración artesanal, donde la fundadora Doña Leonarda, dejó su gran legado gastronómico en cada una de ellas y en sus recetas, sus descendientes, aprendimos como crear dichas salsas.

Son innovadoras, pues se trata de salsa para camarones, salsa de chile seco, salsa para barbacoa y pasta de mole; todas ellas listas ya para usarse y con un gran y único sabor.

Es un proyecto ya creado, que se intentara seguir y mejorar. La empresa tendrá un régimen de persona física, se buscara la productividad y rentabilidad económica de este proyecto, en su primera etapa se investigaras el mercado y sus preferencias, pero la intención es expandir el mercado a nivel regional.

La presentación llevara etiquetado, cosa que antes no tenía, y se surtirá a negocios locales buscando ampliar el mercado, ya que anteriormente solo se vendía en casa de Doña Lioncha

Habrá presentaciones de  $\frac{1}{4}$ , de  $\frac{1}{2}$  y de 1k. todas listas para usarse, en caso de los camarones o jaibas, solo freirá en un poco de aceite o mantequilla el marisco, agregar un poco de pimienta y ajo y sal, y posteriormente agregar la salsa Enchipotlado "Doña Lioncha" y dejar que empiece a hervir, y listo! , en caso del mole, solo se disuelve en caldo de pollo.

La naturaleza de la empresa es manufacturera y comercial, es una empresa familiar, ya que se elaboran las salsas y la pasta de mole, de manera artesanal, con todos

---

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván  
dafne.gomez.dominguez@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván mandira13@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de Mexico/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván Veroromo.lopez@hotmail.com

los procedimientos que se han transmitido de generación en generación dentro de dicha familia.

Es una empresa de giro industrial, Manufacturera, ya que transforma las materias primas en productos terminados, y este tipo de empresa que produce bienes de consumo final. Producen bienes que satisfacen directamente la necesidad del consumidor, pues son productos alimenticios, ya terminados y listos para agregar solo la proteína animal o al platillo dependiendo el tipo de salsa que se adquiera. La ubicación del negocio se encuentra en la comunidad de Tinajitas, en el municipio de Actopan en Veracruz. El domicilio está en la avenida principal, justo sierra S/n, frente al sitio de taxis, en la casa de la familia Gómez Melgarejo, donde vivía la anterior creadora de la pasta de mole y salsas, Doña Leonarda Melgarejo, mejor conocida como Doña Lioncha.

Palabras claves: Viabilidad, Rentabilidad

## **INTRODUCCIÓN**

La cocina mexicana es más que moles, salsas o tortillas. Es algo lleno de sabores e ingredientes de una gran variedad que, incluso muchos extranjeros conocedores de gastronomía se han preguntado si hay otro lugar en el planeta en donde la variedad de productos sea “tan asombrosamente vasta”.

El chile y las recetas de salsas mexicanas son una pieza clave en la comida diaria. La salsa, una mezcla de chile, agua, sal y diversas especias culinarias es a veces la parte más importante de muchos platillos en la gastronomía mexicana.

El objetivo de la salsa es acompañar otras comidas, como un aderezo mejorando el sabor, haciendo un contraste o complementando, suelen ofrecer al paladar sensaciones relativamente marcadas que estimulan los sentidos del gusto y del olfato.

Las salsas mexicanas básicas son el resultado de la combinación de recursos autóctonos con otros de origen extranjero. El grado de picor, el color, el sabor, el método, (licuadora o molcajete) pueden variar de una cocina a otra.

Salsas Doña Lioncha, tienen elaboración artesanal, donde la fundadora dejó su gran legado gastronómico en cada una de ellas y en sus recetas, sus descendientes han

decidido realizar este proyecto para mantener su esencia gastronómica. Sus productos, salsa de chile seco, y pasta de mole, son hechos con materias primas de primera calidad, logrando un resultado de sabores delicioso y fácil de usar.

Es una empresa que buscará posicionarse en el mercado a los municipios cercanos como son Actopan, Alto Lucero y Úrsula Galván, ya que anteriormente solo se vendía en casa de Doña Lioncha, en la localidad de Tinajitas, municipio de Actopan.

El propósito es Proporcionar a las familias alimentos envasados de alta calidad que preserven el buen sabor de la cocina mexicana y faciliten su preparación, a un precio razonable para hacerlos accesibles a todos los consumidores.

En el presente trabajo se busca proporcionarle al microempresario una metodología de generación de un proyecto que nos permita medir la viabilidad y rentabilidad del mismo en las condiciones actuales y proporcionarle elementos en la toma de decisiones para posicionarse en el mercado regional de manera permanente.

## **DESARROLLO**

Descripción del negocio

### **MOLE Y SALSAS “DOÑA LIONCHA”**

Salsas y mole Doña Lioncha, nace a partir de la década de los 40, bajo el cobijo de una familia de raíces veracruzanas como tradición familiar doña Leonarda elaboraba mole el cual era distribuido en la región siendo de gran demanda por la población sobre todo en fiestas patronales y sus alrededores, más tarde por la cercanía de las costas empieza a elaborar salsas para acompañar los camarones y pescado (bañados en dicha salsa) haciendo participe a sus hijos en dicha elaboración. a la muerte la abuela Leonarda, en honor deciden continuar con el legado el cual fue denominado “moles y salsas doña Lioncha.”

Con ingredientes de primera calidad y elaborado de manera artesanal dan un gran sabor y textura a los productos, añadiendo lo mínimo de conservadores, para hacer más natural su elaboración, así se brinda mole y salsas de primera, que son un deleite para el paladar.

## Naturaleza de la Empresa

La naturaleza de la empresa es manufacturera y comercial, es una empresa creada de manera familiar, ya que se elaboran las salsas y la pasta de mole, de manera artesanal, con todos los procedimientos que se han transmitido de generación en generación dentro de dicha familia, brindando un único sabor y calidad a sus clientes.

## La Filosofía de la empresa

### Misión

Ser una empresa que proporcione a las familias salsas y moles envasados que preserven el buen sabor de la cocina mexicana comercializándolos a nivel regional

### Visión

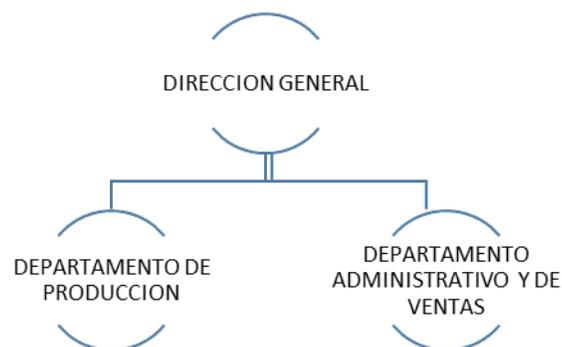
Ser la empresa líder en el mercado local de salsas y mole preparados con creciente presencia regional que a través de sus productos proporcione la mayor satisfacción a sus clientes.

## Objetivos Generales de la Empresa

Es ofrecer productos de gran sabor y calidad a los clientes, y posicionarse en el mercado local y regional buscando la productividad y rentabilidad de nuestros productos.

## Estructura del Negocio

Las Áreas funcionales de la Empresa están definidas de tal manera que hay una persona responsable por cada área y delegación de funciones, en otras logran constituir un equipo de trabajo, que, buscando la sincronización y armonía en el desempeño de una actividad, se logran alcanzar los objetivos y metas propuestas en el plan.



## El Personal

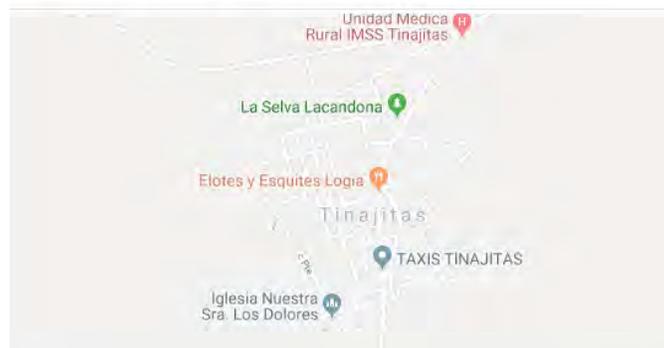
Esta empresa, es de tipo micro, así que para iniciar se necesitó la contratación de 4 personas, miembros de la familia ya que cuentan con experiencia habilidades y conocimientos en el área productiva con un salario mínimo como inicio de 120.00 A la vez desarrollando su función en diversas áreas como el área producción administrativa y de ventas, se prevé en un futuro la posibilidad de integrar vacantes según se vaya expandiendo el negocio.

## Mercadotecnia

### Ubicación

La localidad de Tinajitas está situado en el municipio de Actopan (estado de Veracruz) mejor conocida por su balneario de aguas termales; al norte colina con el municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios y el Golfo de México, al este con el Golfo de México y el municipio de Úrsulo Galván; al sur con los municipios de Úrsulo Galván, puente nacional y Emiliano Zapata; al Oeste con los municipios de Emiliano zapata, Naolinco y Alto Lucero; a 70 km. Del puerto de Veracruz.

La ubicación de la empresa se encuentra sobre la avenida principal justo sierra, domicilio antiguo de la fundadora Doña Leonarda Melgarejo, mejor conocida como “doña Lioncha”



### Población en Tinajitas y municipio de Actopan

Cuenta con 2090 habitantes donde 999 hombres y 1091 mujeres. El ratio mujeres/hombres es de 1,092, y el índice de fecundidad es de 2.45 hijos por mujer. Del total de la población, el 4,64% proviene de fuera del Estado de Veracruz. En nuestra localidad encontramos 2 pequeñas empresas que producen productos similares como son Mole doña Edith y Mole Tere, el primero de estos es el que

abarca un poco más de mercado pues se ha expandido fuera de la comunidad, pues se comercializa en un súper de la ciudad de Cardel. En cuanto a salsa es un producto que aún no es comercializado.

A nivel estatal si contamos con varias empresas dedicadas a la producción de un producto similar al nuestro como es el mole Xiqueño que es distribuido en supermercados como Wal-Mart, Chedraui, etc.

### Clientes y Productos

#### Definición del nombre

Se decide llamar mole y salsas Doña Lioncha para proporcionar identidad a nuestros productos, ya que el tipo de mole es muy artesanal con receta familiar que se ha transmitido durante 3 generaciones, y así conservar a los clientes que nos conocen y ampliar el mercado.

La empresa salsas y pasta de mole doña Lioncha presenta la línea de producción de mole en pasta y salsa de chile seco; que Consiste en un producto elaborado a base de chiles, ajo y sal, que se cocinan a fuego lento con aceite vegetal y /o manteca de cerdo, con su gran sabor picosito y único, misma que se utiliza en mariscos como camarones, pulpos, jaiba, caracol, pescado a la talla etc.

Para su comercialización tenemos las siguientes presentaciones vasos de ¼ para la salsa y para el mole bolsas resellables.



### Slogan

“Una tradición de sabor”

Es la tradición de la comida mexicana y de nuestra familia representada en nuestros productos con un sabor sinigual.

**ANÁLISIS DE MERCADO**

Cuando se decidió iniciar con las actividades de esta empresa nos percatamos que efectivamente hay marcas reconocidas en la elaboración de mole y salsas y en la región se tiene una empresa con esas características, además de conocer las preferencias que las familias de Tinajitas tienen hacia el consumo de mole o salsas pre elaboradas se decidió levantar encuesta del mercado consumidor.

**Mercado Potencial**

El mercado potencial es todo el municipio de Actopan, y los municipios aledaños a este, tales como Úrsulo Galván y la Antigua

**Mercado Meta**

El mercado metas está comprendido en los rangos de edad de la población de los tres municipios de 18 año 80 años con un total de 70621 habitantes de los cuales se determinará la muestra representativa de una población finita.

Clave del municipio	Municipio	Habitantes (año 2015)
016	ANTIGUA	26 920
004	ACTOPAN	43 388
191	ÚRSULO GALVÁN	30 580
TOTAL		100 888

**INVESTIGACIÓN DE MERCADO**

Se realizó formalmente una investigación de mercado, con el fin de identificar cual será la aceptación del producto en un determinado grupo de interés, comprendidos en la región totonaca, donde solo se tomarán en cuenta los municipios de Actopan, antigua y Úrsulo Galván. Estos conforman nuestro universo a analizar y la determinación del tamaño de la muestra, el instrumento que se utilizará para recabar la información será de encuestas.

**Determinación del tamaño de la muestra**

Para poblaciones finitas se empleará la siguiente formula:

$$n = \frac{(Z^2) * (N)(p)(q)}{E^2(N - 1) + (Z^2) * (p)(q)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

Z<sup>2</sup>= Valor según el nivel de confianza

N= Grupo de Interés

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

e<sup>2</sup>= Margen de error.

$$n = \frac{1,96^2 (70621) (.5) (.5)}{.05^2 (70621-1) + 1.96^2 (.5) (.5)} = 382$$

Método básico de recolección de datos

Para recolectar la información, se realiza una encuesta con 11 preguntas de opción múltiple, ya que se quiere saber la información de las frecuencias de consumo de mole y salsa, si los productos son del agrado del cliente, etc.

Trabajo de Campo

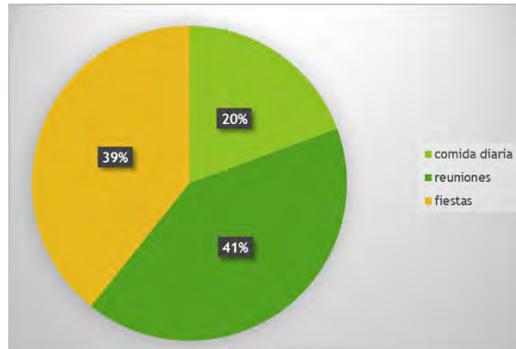
Se realizó la encuesta en las localidades de Actopan y a los alrededores, se busca recopilar toda la información posible acerca de las preferencias de los clientes.

Dicha encuesta nos permite determinar si es viable el trabajo o no.

Interpretación y análisis de datos

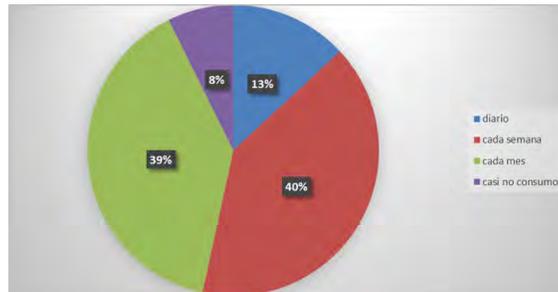
Una vez aplicada la encuesta se procedió a concentrar los resultados obtenidos en tablas para tener una mejor organización y se procedió a calcular el porcentaje que cada dato representa del total de encuestas aplicadas, esta información es importante en la toma de decisiones de la empresa con respecto al lanzamiento de sus productos al mercado.

1. ¿Con que frecuencia consume mole o mariscos?



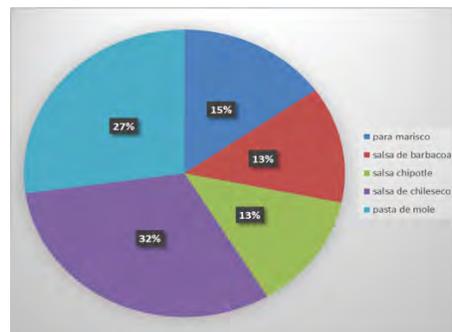
Según la encuesta, se consumen mole o mariscos principalmente las reuniones, con un 41%, y le sigue en fiestas con un 39%, mientras que solo el 20% consume mole o mariscos como parte de su comida diaria o semanal.

2. ¿Con que frecuencia consume usted mole o alguna salsa pre-elaborada?



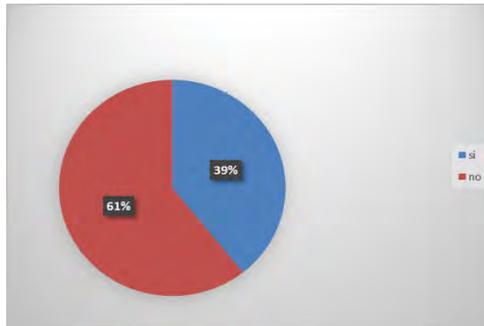
La frecuencia con la que consumen mole o alguna salsa, es en su mayoría cada semana, con un 40%, seguido de cada mes con un 39%, mientras que los que más consumen (diario) solo es el 13% y los que no consumen son el 8%

3. ¿Qué tipos de salsas consume?



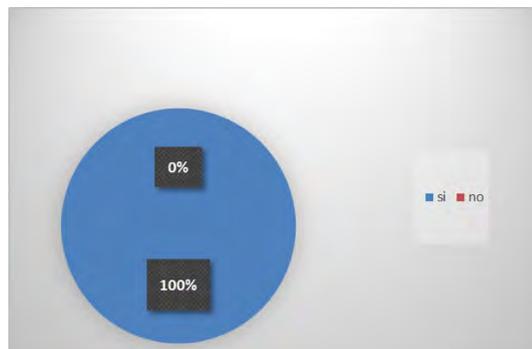
Los tipos de salsas que más se consumen son la de chile seco con un 32%, la pasta de la mole con el 27%, la salsa para marisco un 15 %, y las que menos se venden son chipotle y salsa para barbacoa, con un 13%.

4. ¿Ha consumido usted productos doña Lioncha?



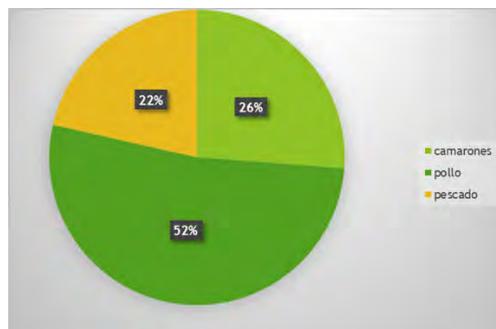
Los productos doña Lioncha son más conocidos dentro de la comunidad de Tinajitas y zonas aledañas, y en algunas localidades del municipio de Úrsulo Galván, en la encuesta realizada se obtuvo que el 61% de la población no las ha probado, mientras que el 39% si las ha consumido alguna vez.

5. ¿Te gustaría probarlas?



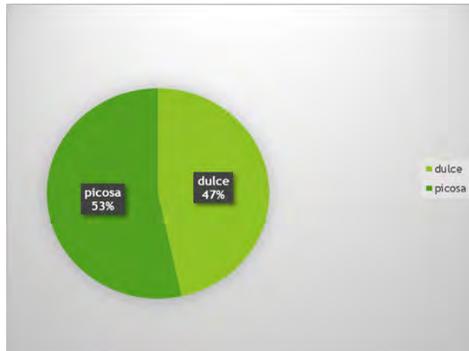
Al 100 por ciento de las personas encuestadas les gustaría probarlas o seguirlas consumiendo.

6. ¿En qué platillo te gustaría probar algún producto?



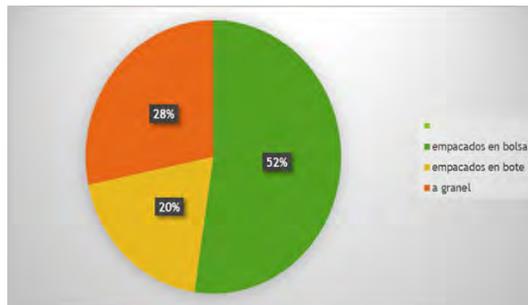
De las personas encuestadas el 52% prefieren comer mole con pollo, el 26% prefieren salsa para camarones y el 22% prefieren probar el chile con pescado.

7. ¿Cómo te gustaría que estuviera sazonada la pasta de mole?



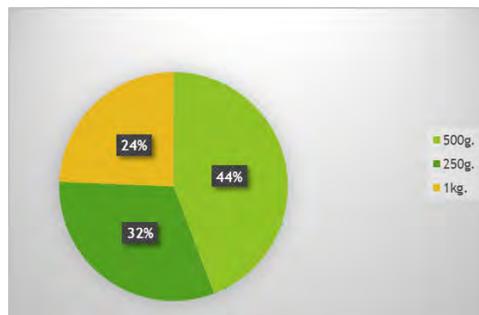
El 53% de las personas encuestadas prefieren el mole picoso, mientras que el 47% lo prefiere dulce, estando casi en la misma preferencia el mole dulce y picoso.

8. ¿Cómo le gustaría que fuera la presentación?



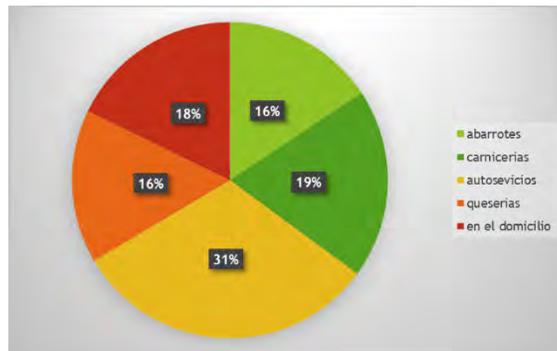
Las presentaciones con las que se cuentan son bolsa, bote y a granel. Las personas encuestadas en su mayoría los prefieren empacadas en bolsas, mientras que el 28% prefieren comprar a granel según sea lo que requieran, y el 20% prefieren el empaque en bote

9. ¿Qué porción de producto prefiere por cada empaque?



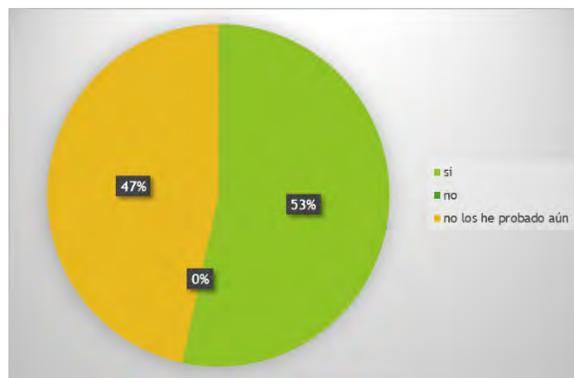
El 44% de las personas encuestada prefieren comprar por cantidades de medio kilo, digamos que es el consumo estándar por cada compra, mientras que el 32% prefieren comprar por porciones de 250 g. y el 24% prefieren consumir o comprar por kilo.

10. ¿En qué lugar le gustaría adquirir el producto?



Los clientes quieren tener los productos al alcance, en lugares accesibles donde lo puedan encontrar, y en primer lugar se encuentra en tiendas de autoservicio con un 31%, mientras que en carnicerías o en el domicilio se encuentran con el 19% y 18% respectivamente, y en queserías y abarrotes con un 16%.

11. ¿Recomendaría usted nuestros productos?



La mayoría de los clientes recomiendan el producto porque lo han probado, esto con el 53%. El 47% no lo ha probado.

En conclusión si se toma en cuenta la cantidad de población por los 3 municipios, se deben elaborar al menos la triple o cuádruple cantidad por mes.

El mole y la salsa son alimentos básicos tradicionales de la comida mexicana, por tanto son muy aceptados y consumidos por los clientes.

Los personas de la región consumen con mayor frecuencia la salsa pero en cantidades de ¼ y el mole lo consumen mas espaciadamente pero en cantidades de un kilo o ½ k. esto permite producir y vender mayor cantidad de mole.

Fijación del precio

Para poder fijar los precios de mole y salsas doña Lioncha se cotizaron los precios con diferentes productores y tiendas comerciales y se establecieron alianzas con los mismos, observando constantemente los gastos operativos ocasionados para la producción, con esto tratamos de mantenernos en el punto de equilibrio la cual ayuda a que los gastos fijos estén estables.

Punto de equilibrio

Nos sirve para determinar el volumen mínimo de ventas mensuales que la empresa debe realizar para no perder ni ganar.

SIMBOLOGIA DE DATOS				
ABREVS		IMPORTE TOTAL		PRECIO PROM
CV=	COSTOS VARIABLES		\$35,737.00	\$ 44.01
CP=	COSTOS PROMEDIOS			
CF=	COSTOS FIJOS		19,154.97	\$ 23.59
PV	VENTAS		\$66,080.00	\$ 81.38
N.P.=	PRODUCCION MENSUALES			812

PUNTO DE EQUILIBRIO EN PESOS				
	\$	19,155		
PE\$	1-	\$35,737.00	\$	41,715
		\$66,080.00		

Como podemos observar, que obteniendo un ingreso de 41,715.00 por la venta de mole y salsas la empresa no pierde ni gana por lo que la utilidad es a cero, con esta información nos permite tomar decisiones para incrementar el número de productos, mismos que se reflejaran en las ventas.

PUNTO DE EQUILIBRIO EN KILOS				
		\$	19,155	
Peu=		\$	37.37	
Peu=			513	

Al desarrollar la formula podemos observar que para poder sostener los costos fijos y variables la empresa debe vender 513 kg. De nuestro producto.



### Finanzas

Las finanzas son una rama de la economía y el mejor instrumento que tenemos en la vida empresarial, se dedica de forma general al estudio del dinero.

La fase de la inversión se inicia con el establecimiento de la empresa, adquiriendo maquinaria, equipos y materiales como podemos observar las necesidades financieras surgieron después de haber obtenido las estimaciones de los costos de operación por una parte y las ventas e ingresos por otra.

SALSAS Y MOLES DOÑA LIONCHA R.F.C AV. JUSTO SIERRA S/TINAJITAS, ACTOPÁN VER.		
CAPITAL INICIAL		
CONCEPTO		
FONDO FIJO DE CAJA		200.00
BANCOS		788.16
ALMACEN DE MATERIALES		34,482.00
<b>GASTOS Y PAGOS ANTICIPADOS</b>		
ETIQUETAS		300.00
ENVOLTURAS Y EMPAQUES		250.00
PROPAGANDA Y PUBLICIDAD		200.00
TELEFONO		400.00
PAP. Y UTILES		150.00
ARTICULOS DE LIMPIEZA		405.00
AGUA POTABLE		50.00
LUZ		300.00
AGUA PURIFICADA		160.00
GAS		500.00
OTROS GASTOS		13,575.84
<b>INVERSION FISICA</b>		
ACTIVO FIJO		31,350.00
EQUIPO MENOR		589.00
<b>INVERSION DIFERIDA</b>		
GASTOS DE INSTALACION		800.00
ESTUDIO DE MERCADO		500.00
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>85,000.00</b>

El flujo de efectivo es una de las herramientas más útiles para la planificación financiera ya que mide la diferencia entre los ingresos y salida de caja durante un periodo, es un factor decisivo para evaluar la liquidez del negocio en esta cedula se muestra el valor de la empresa a través del estado de flujo de efectivo proyectado a 5 años.

SALSAS Y MOLES DOÑA LIONCHA						
AV. JUSTO SIERRA 12 TIBAJITAS, ACTOPAN VER.						
FLUJO DE EFECTIVO						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
SALDO INICIAL DE MES DE CAJA Y	388.16					
<b>INGRESOS POR INVERSION</b>	85,000.00					
<b>INGRESOS POR VENTAS</b>		732,360.00	816,748.80	841,251.26	866,488.80	903,813.24
<b>TOTAL INGRESOS</b>	388.16	732,360.00	816,748.80	841,251.26	866,488.80	903,813.24
<b>EGRESOS</b>	85,388.16	658,362.84	691,310.33	726,506.54	762,831.86	800,373.45
MATERIA PRIMA	34,482.00	413,784.00	434,473.20	456,196.86	473,006.70	502,357.04
SUELDOS Y SALARIOS	15,552.16	186,625.32	195,957.22	205,755.08	216,042.83	226,844.37
SAR		3,456.00	3,628.80	3,810.24	4,000.75	4,200.79
INFONAVIT		8,640.00	9,072.00	9,525.60	10,001.88	10,501.97
IMSS		13,876.32	14,570.77	15,293.31	16,064.27	16,867.43
ADQ.DE ACTIVOS FIJOS	31,333.00		-	-	-	-
<b>GASTOS DE FABRICACION FIJOS</b>						
TELEFONO	400.00	4,800.00	5,040.00	5,292.00	5,556.60	5,834.43
PAP Y UTILES	150.00	1,800.00	1,890.00	1,984.50	2,083.73	2,187.91
PROPAGANDA Y PUB.	200.00	2,400.00	2,520.00	2,646.00	2,778.30	2,917.22
GAS	500.00	6,000.00	6,300.00	6,615.00	6,945.75	7,293.04
AGUA POTABLE	50.00	600.00	630.00	661.50	694.56	729.30
AGUA PURIFICADA	160.00	1,920.00	2,016.00	2,116.80	2,222.64	2,333.77
GASTOS DE INSTALACIO	1,300.00		-	-	-	-
<b>GASTOS DE FABRICACION VARIABLES</b>						
ETIQUETAS Y EMBASADOS	300.00	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
ENVOLTURAS Y EMPAQUES	250.00	3,000.00	3,150.00	3,307.50	3,472.88	3,646.52
LUZ	300.00	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
ARTICULOS DE LIMPIEZA	405.00	4,860.00	5,103.00	5,358.15	5,626.06	5,907.36
<b>SUBTOTAL</b>	85,388.16	658,362.84	691,310.33	726,506.54	762,831.86	800,373.45
AMORTIZACION DE CRDITO		85,000.00				
PAGO INTERESES CREDITO		5,625.77				
DEPRECIACIONES DE ACTIVOS FIJOS		4,858.00	4,269.00	4,269.00	4,269.00	4,269.00
AMORTIZACIONES ACTIVOS DIFERIDOS		90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
<b>SUBTOTAL</b>	-	95,573.77	4,359.00	4,359.00	4,359.00	4,359.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	85,388.16	754,536.61	696,269.33	730,865.54	767,190.86	805,332.45
<b>FLUJO D EFECTIVO</b>	- 85,000.00	38,423.33	120,478.81	110,385.73	93,297.94	104,480.73

Viabilidad es la probabilidad que existe de llevar a cabo un plan o misión, de concretarla efectivamente a través de una iniciativa de inversión, asimilándolo al medio en el que se verificarán los resultados e impactos de la intervención propuesta.

Rentabilidad brinda información sobre el desempeño de estos fondos invertidos, medido en términos de razón o tasa, puede asociarse así, a rendimiento aunque este concepto es más generado y se utiliza no solo respecto de los fondos, si no para medir la performance de otros recursos no dinerarios.

El objetivo de este análisis es mostrar la viabilidad midiendo el flujo de los futuro ingresos y egresos descontando la inversión inicial por lo que nos arroja una VAN \$ 265,130.23, demostrando que al obtener ganancias podemos decir que el proyecto es viable.

CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO Y LA TASA INTERNA DE RETORNO	
DATOS	VALORES
NÚMERO DE PERIODOS	5
TIPO DE PERIODO	ANUAL
TASA DE DESCUENTO (i)	10%

DETALLE	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-85,000.00	38,423.39	120,478.81	110,385.73	99,297.94	104,480.79

VAN = I + $\sum (FNE / (1+i)^n)$				
Tabla. Valor Actual Neto (VAN)				
No.	FNE	(1+i) <sup>n</sup>	FNE/(1+i) <sup>n</sup>	
0	-\$ 85,000.00		-\$ 85,000.00	
1	\$ 38,423.39	1.1	\$ 34,930.35	
2	\$ 120,478.81	1.21	\$ 99,569.27	
3	\$ 110,385.73	1.331	\$ 82,934.43	
4	\$ 99,297.94	1.4641	\$ 67,821.83	
5	\$ 104,480.79	1.61051	\$ 64,874.35	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 265,130.23</b>	
		<b>VAN</b>	<b>\$265,130.23</b>	

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es una herramienta muy importante para tomar la decisión de llevar a cabo un nuevo proyecto ya que se basa en estimaciones de rendimiento futuro los cuales pueden variar en el tiempo.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
Tasa de Descuento	VAN
0%	\$388,066.66
5%	\$319,782.97
<b>10%</b>	<b>\$265,130.23</b>
15%	\$220,810.68
20%	\$184,441.19
25%	\$154,271.34
30%	\$128,996.22
35%	\$107,629.60
<b>TIR</b>	<b>87%</b>

Como podemos observar en el flujo de efectivo nuestro financiamiento se paga en el primer año, aplicando una tasa de 10% de descuento, al calcular la TIR se obtuvo un resultado de 87% por lo que se considera rentable, nos da la confianza de invertir en un futuro ya que contamos con solvencia económica para hacer frente a nuestros compromisos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Hernández Hernández A., y Hdez. Villalobos A., y Hdez. Suárez A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos. 5ª edición. México. Thompson.
- Baca Urbina G. (2010). Evaluación de proyectos. 4ª edición. México. Mc Graw Hill.
- Sapag Chain N., y Sapag Chain R. (2007). Preparación y evaluación de proyectos. 5ª edición. México. Mc Graw Hill.
- Coss Bu R. (2008). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. México. Limusa.
- Fontaine E.R. (2007). Evaluación social de proyectos. 12ª edición. México. Alfaomega.
- Díaz Martín Á. (2007). El arte de dirigir proyectos. 2ª edición. México. Alfaomega.
- Domingo Ajenjo A. (2005). Dirección y gestión de proyectos, un enfoque práctico. 2ª edición. México. Alfaomega.
- Hernández Abraham, Formulación y evaluación de proyectos de inversión, Ecafsa Thompson Learning, Cuarta edición. Mexico 2003.
- Chamoun Yamal. Administracion Profesional de Proyectos La Guía. Mc. Graw Hill Interamericana, Mexico 2002.

---

# MAPEO DE VALOR DEL PROCESO DE ALFARERÍA, CASO DE ESTUDIO: EL ORIGINAL, ACATLÁN DE OSORIO.

GRACIELA SANTOS MARTÍNEZ<sup>1</sup>, ANA LAURA NIETO ROSALES<sup>2</sup>, FRANCISCO RAMOS  
GUZMÁN<sup>3</sup>.

## RESUMEN

En este trabajo se analizan los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente los productos artesanales de la región de Acatlán de Osorio; a través de la metodología basada en el Mapa de la Cadena de Valor (VSM, por sus siglas en inglés), en su etapa de estado actual para la alfarería: “El Original”. El VSM ayudó a diagnosticar la situación actual de la manufactura y a detectar los problemas y/o actividades que no agregan valor al proceso (mudas y/o desperdicios) de modo que se realizó un estudio de tiempos, entrevistas y análisis de las operaciones; con las que se determinaron las técnicas de producción esbelta para eliminar dichas actividades que no agregan valor al proceso e implementar reglas de prioridad para la programación de pedidos. Y en efecto, contribuir en la implementación de mejores estrategias de distribución y comercio, a través de la innovación y la originalidad de sus trabajos artesanales y técnicas de producción. Palabras Clave: VSM, mudas y/o desperdicios, innovación, alfarería.

## INTRODUCCIÓN

México, es uno de los países con tradiciones y costumbres en el trabajo de arcillas y barros, las tradiciones indígenas sobreviven en unos pocos artículos de cerámica

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, graci\_2711@hotmail.com.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, analaura.nieto.r@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osoriofrancisco02ramos@gmail.com

como son los comales, vasijas, tinajas, etc. La mayoría de las cuales se encuentran en el centro y sur del país.

- Talavera Poblana.
- Mayólica de Guanajuato.
- Vasijas de la zona de Guadalajara (Alfarería de Tonalá).
- Barro negro de Oaxaca.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Consumo Cultural de México (ENCCUM), resulta que 7, 533,943 personas de 12 y más años produjeron artesanías en localidades de 15 mil y más habitantes a nivel nacional en el año 2012. Categorización de artesanía: Cartón y papel, Cerámica o alfarería, Cestería, Madera, Textil, Vidrio, etc.

Específicamente 176,224 personas entre hombres y mujeres, han producido en al menos una ocasión una pieza de alfarería o cerámica, (ENCCUM, 2012, p.2).

Sin embargo el número de artesanos ha ido disminuyendo debido a la competencia de los artículos producidos en serie, o por sustitución por el plástico u otro material, la elaboración de arte popular y de consumo, todavía tiene un papel importante en la economía en el país, de acuerdo con los estudios realizados por el ENCCUM 2012, las artesanías en nuestro país son tradiciones que nos caracteriza e identifica como mexicanos, ya que 11, 791, 856 han elaborado por lo menos una artesanía y la producción de la cerámica, sigue siendo importante para la cultura y preservar una tradición.

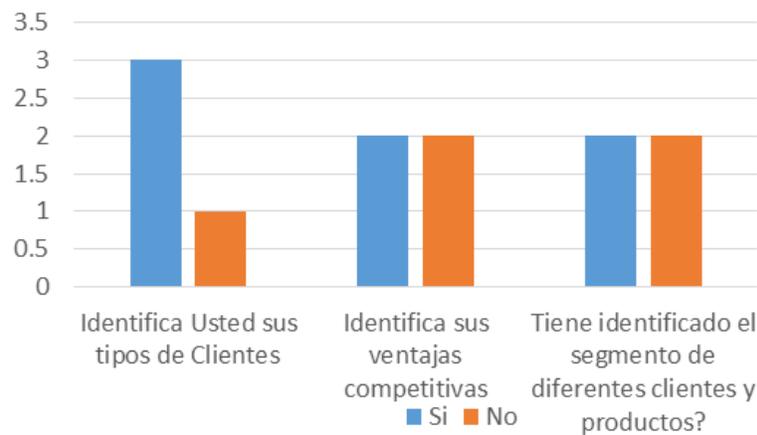
Actualmente se han documentado 32 fabricantes de artículos de alfarería y porcelana en Acatlán de Osorio (Foro Mexico, 2018). Por tanto, se realizaron entrevistas a 4 artesanos, esto con la finalidad de diagnosticar la situación actual del flujo de materiales y flujo de información que se requieren para poner a disposición del cliente los productos artesanales, como resultado de la manufactura de la alfarería y poder detectar los problemas, tales como: pérdidas económicas a causa de la mala calidad o de productividad o ambas cosas que no agregan valor al proceso (mudas y/o desperdicios) y causas que han disminuido la demanda potencial.

Se obtuvo mediante un análisis de las entrevistas realizadas a 4 artesanos de una población 32 fabricantes de artículos de alfarería y porcelana en Acatlán de Osorio (Foro Mexico, 2018). Tal como lo muestra, Tabla 1 y la Fig. No. 1. Se describen las preguntas planteadas en el proceso de la entrevista, así como los resultados, de acuerdo a las respuestas:

Tabla 1: Preguntas aplicadas en la entrevista

No.	Preguntas abiertas
1	Tipos de clientes
2	Ventajas competitivas
3	Acciones para posicionarse en el mercado

Fig. 1 Resultados de las 4 entrevistas aplicadas a los artesanos.



Como resultado de las entrevistas aplicadas, cuyo propósito fue diagnosticar la situación actual del flujo de materiales y flujo de información representada en las actividades de producción de artesanías, en efecto se consensan los resultados en la Tabla 2.

Tabla 2 Fuente propia: Consentado de resultados de las entrevistas.

NOMBRE DEL ARTESANO	UBICACIÓN	VENTAJAS COMPETITIVAS	ACCIONES PARA POSICIONARSE
Pedro Martínez López	Calle Netzahualcoltl #82, San Gabriel, Acatlán de Osorio	Participación en concursos nacionales e internacionales, trabaja activamente en una empresa exportadora de artesanía de barro, fue miembro del FONAR, trabaja la técnica de acabado "Barro bruñido"	Venta y publicidad en redes sociales, catálogo digital, convenios con la empresa ONORA. Dentro de sus piezas más emblemáticas se encuentran el diseño de árboles de la vida.

Simón Martínez López	Piv. Tenochtitlan #21, San Gabriel, Acatlán de Osorio	Participación en concursos nacionales, utiliza solo materiales y colorantes naturales. Es instructor de artistas	Venta y publicidad en redes sociales, catalogo digital de sus piezas, concursar en eventos estatales y nacionales.
David López Martínez	Calle Netzahualcolli #82, San Gabriel, Acatlán de Osorio	Reconocimientos y premios nacionales y estatales, sus piezas son únicas ya que no ocupa molde, el proceso que utiliza es la técnica de Barro Bruñido, el modelado.	Participación en concursos estatales y nacionales, venta y exposición en ferias regionales. Entre sus piezas que ha decidido adicionar son piezas de uso común.
Jerónimo Martínez Navarrete	José G. Herrera San Rafael, Acatlán de Osorio	Utiliza el proceso de molde que le da la oportunidad de producir por grandes números, también aplica el modelado. Venta de piezas a locatarios y en todo el país.	Realiza otras actividades relacionadas al arte y la cultura, tiene identificado y arraigado el concepto cultural de la región. Dentro de sus piezas más producidas son las de ornato.

Con lo anteriormente expuesto, se recomienda el control de las actividades de producción (CAP), a través de la aplicación de técnicas administrativas de prioridad y capacidad usadas para programar y controlar las operaciones de producción. Las actividades incluyen: liberación de órdenes, programación del trabajo, control de tiempo y de entrega y control de entradas y salidas.

Descripción

El Mapa de cadena de valor (VSM), es una herramienta muy poderosa que se usa para “diagnosticar la situación actual de la empresa, sobre todo detectar problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta y eliminar dichos desperdicios (Rother & Shook 1998).

Entiéndase por desperdicios y/o Mudas a las actividades que no agregan valor al proceso, comúnmente aceptadas en el sistema de producción Toyota, y son las siguientes:

- 1.- Sobreproducción
- 2.- Tiempo de espera
- 3.- El transporte
- 4.- Procesos inadecuados
- 5.- Inventario innecesario

6.- Movimientos innecesarios

7.- Defectos y/o retrabajos

Ciertamente los mapas de flujo de materiales y flujo de información son útiles para los procesos de manufactura y procesos administrativos.

### **OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo de la presente investigación es diagnosticar la situación actual de la manufactura y detectar los problemas y/o actividades que no agregan valor al proceso (mudas y/o desperdicios) en la alfarería “El Original”. Todo esto a partir de la orden de pedido del cliente, hasta la entrega del mismo. Tomando como referencia uno de los productos con mayor demanda “maceteros de 60 x 70 x 35cm. en forma de animales”.

Este objetivo se logrará aplicando la metodología planteada, de modo que el enfoque, dependerá del estudio de tiempos, entrevistas y análisis de las operaciones; para la selección de las técnicas de producción esbelta y eliminación de dichas actividades que no agregan valor al proceso.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación es de tipo básica, ya que tiene como objetivo mejorar el conocimiento per se (por sí o por sí mismo), Tam, Vera y Oliveros (2008), a su vez comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la situación actual y futura del proceso, como base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio y “es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar en donde se encuentra el valor y en donde el desperdicio”, Socconini (2008); comprendiéndose esto, permitirá ofrecer las alternativas para el beneficio socioeconómico a largo plazo.

Planteándose como un diseño documental y de campo; se estará revisando la bibliografía y documentos relacionados con el Mapeo de Valor, con base en las entrevistas y encuestas aplicadas a la industria artesanal de los alfareros.

La técnica empleada para la recolección de la información, tanto de fuentes primarias y secundarias, fue la de análisis de contenido utilizado para obtener la

información de las fuentes secundarias, para ello se realizan citas, resúmenes y análisis de documentos relacionados con la investigación desarrollada.

Por otra parte, para desarrollar el enfoque de aproximación cualitativa, “el cual se caracteriza como un enfoque basado en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente. Tal recolección consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos)”. Hernández, Fernández y Baptista (2018).

Por consiguiente, el tipo de muestreo utilizado es: Muestras aleatorias o empíricas; es decir fue una muestra intencionada, dado que el universo de la población es limitado por el número de artesanos que se dedican aún al proceso de manufactura de alfarería como una alternativa de su desarrollo socioeconómico.

Otro aspecto a considerar en el presente apartado, es la aplicación del diagnóstico del VSM, para identificar las actividades que no agregan valor al proceso.

Análisis de flujo de información y material.

El flujo de información inicia cuando el cliente solicita la orden de pedido, la cual en promedio es de 4 piezas por día. En la figura 1 se muestra el diagrama del VSM, donde el cliente se coloca en la parte superior del esquema, e inicia el flujo de información de derecha a izquierda, la cual fluye hasta el departamento de control de producción, este a su vez, verifica la disponibilidad de la materia prima y programa la producción, de modo que al no tener el material requisita a proveedor (es) la materia prima requerida, tal como: tipos de tierras y/o barro, leña, entre otros, para la elaboración de los productos. Por su parte, la información del proceso de material fluye de izquierda a derecha, y ésta inicia desde el momento en que el proveedor entrega la materia prima. En la figura 1 se observa que dicha información se anota en la parte inferior de la hoja de mapeo de la cadena de valor.

Descripción del proceso.

Se observó que el proceso contiene cinco operaciones principales las cuales se describen a continuación:

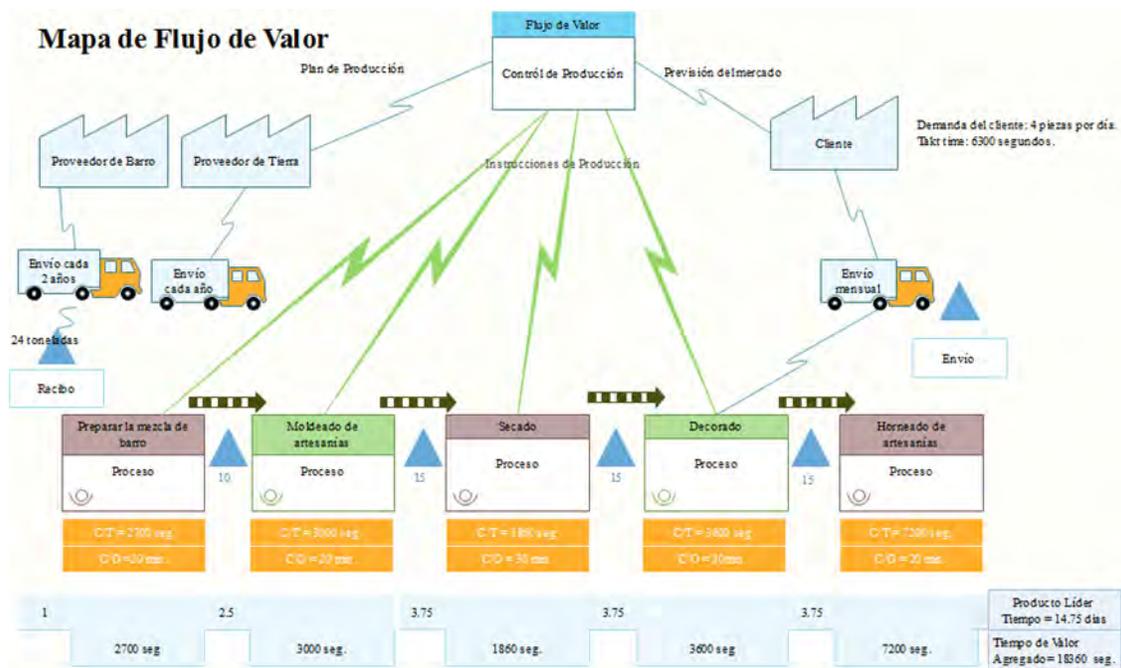
1. Preparación de la mezcla de barro; consiste en mezclar tres tipos de tierras: tierra roja, talco, barro negro.

2. Moldeado de la artesanía; consiste en la utilización de moldes.
3. Secado; consiste en secar la pieza, después de haber sido modelada.
4. Decorado; se pinta la pieza con pintura roja natural, obtenida de la tierra roja.
5. Horneado; en un tiempo aproximado de 2 a 3 horas, de cocimiento con materia muerta.

En resumen, la preparación de la mezcla de barro, modelado de artesanías, secado, decorado, horneado de artesanías. Le aplica todos los procesos de transformación, hasta la embarcación del producto terminado.

Por consiguiente, se muestra en la figura 1 que la orden de trabajo es emitida por el área de producción, mismo que se encarga de ejecutar las actividades programadas de producción. Sin embargo hay ineficiencia, por la falta de operadores, ya que ejecuta actividades administrativas y operativas.

Figura 1. Mapa de Cadena de Valor (VSM).



### Reconocimiento del área de trabajo

En referencia a la metodología del VSM, se observa en los centros de trabajo dos operadores de sexo: masculino y femenino; distribuidos en las cinco estaciones de trabajo.

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Una vez conocido como fluye la información, los materiales y el personal en el proceso y empleando la metodología planteada. Para terminar esta sección, se calculó el Takt time, este tiempo establece el ritmo de producción, para que concuerde con el ritmo de ventas, este indicador también se utiliza para realizar un estudio de balanceo de líneas, razón por la cual se calculó el Tack time:

Takt Time:  $\text{Tiempo neto disponible diario de producción} / \text{Demanda total diaria}$

Takt Time:  $25\ 200 \text{ seg.} = 6300 \text{ seg.} = 105 \text{ min.} 4 \text{ pz}$

De esta manera para determinar el número de operadores se necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el takt time, como se representa a continuación:

$\text{No. de operadores necesarios} = (\text{TCT}) / (\text{Takt time}) = 18\ 360 \text{ s} / 6\ 300 \text{ s} = 2.91$

En consecuencia, este resultado indica que se necesitarían tres operadores para cubrir todas las actividades del flujo de proceso.

En tal sentido, después de saber cómo es el flujo de información y del material, así como el Takt Time, y el número de operadores necesarios. En una y otra parte se ha generado un diagnóstico del estado actual del proceso de producción de la alfarería “El original”, por lo tanto este diagnóstico da a conocer las actividades que no agregan valor al proceso y son fuente de restricciones y elevados costos de producción, así como la detección de problemas de calidad en el proceso.

## RESULTADOS

Mediante la implementación del Mapeo de Cadena Valor (VSM) se identificaron los siguientes resultados:

a) El proceso de la manufactura de la pieza contiene cinco operaciones, el Tiempo Ciclo de Producción Total (TCT) de flujo de proceso es de 18 360 segundos; se identificaron oportunidades de mejora en las operaciones 4 y 5. Por lo tanto, provoca una disminución en los niveles de desempeño del proceso, debido a que la fuerza motriz del hombre es mayor que en la mujer, ocasionando una desproporción en el proceso de elaboración de las piezas. Pasar este párrafo a análisis.

- b) A fin de que el flujo de información deficiente y se necesita que éste fluya adecuadamente, de modo que esto a su vez hará que la línea del área de trabajo pueda terminar a tiempo las actividades de producción. También se observa la necesidad de colocar señalética en el área, así como el de respetar el orden de las áreas, ya que se tiene el antecedente de haber implementado la metodología 5 S's.
- c) Se obtuvo mediante un análisis de Balanceo de línea una propuesta de proyecto el cual trata que en el diagnóstico actual, solo se identificaron dos operarios, sin embargo con los cálculos, se hace notar que tres pueden hacer más eficiente el trabajo, sobre todo para coordinarse mejor en las actividades que requieren más esfuerzo físico, como el de mezclar las tierras y/o barro. Considerando que su consistencia no esté en estado terrón.

### **CONCLUSIONES.**

Se ha diagnosticado la situación actual de la manufactura, así como los problemas y actividades que no agregan valor al proceso (mudas y/o desperdicios) en la alfarería "El Original"; todo esto a partir de la orden de pedido del cliente hasta la entrega del mismo, tomando como referencia uno de los productos insignia con mayor demanda: "maceteros de 60 x 70 x 35cm. en forma de animales".

Aplicando la metodología Mapeo de Cadena Valor (VSM) se realizó un estudio de tiempos, análisis de operaciones y entrevistas para la determinación de las técnicas de producción esbelta adecuadas, eliminando las actividades que no agregan valor al proceso.

Con el mapeo de la Cadena de valor se han identificado los desperdicios que están limitando el crecimiento de la Alfarería "El Original", con la implementación de las mejoras sus posibilidades de posicionamiento en el mercado se incrementan, pues tendrá un menor costo de producción y podrá ofrecer precios más competitivos en miras de reactivar la industria alfarera de Acatlán de Osorio.

### **Recomendaciones**

Se recomienda el Control de las Actividades de Producción (CAP), a través de la aplicación de técnicas administrativas de prioridad y capacidad usadas para programar y controlar las operaciones de producción.

El control de la prioridad asegura que las actividades de producción sigan un plan de Prioridad controlando las órdenes a los proveedores y la producción interna. Las actividades incluyen: liberación de órdenes, programación del trabajo, control de tiempo y de entrega y control de entradas y salidas.

El control de la capacidad ayuda monitoreando los centros de trabajo para asegurarse de que están proporcionando la cantidad de mano de obra y tiempo de equipo que es necesario (y fue planeado) para realizar el trabajo programado.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Foro Mexico.com (18/10/2018) Fabricación de artículos de alfarería y porcelana en Acatlán de Osorio. Recuperado de [foro-mexico.com/puebla/acatlan-de-osorio/guia-fabricacion-de-articulos-de-alfareria-y-porcelana.html](http://foro-mexico.com/puebla/acatlan-de-osorio/guia-fabricacion-de-articulos-de-alfareria-y-porcelana.html).
- Hernández Sampieri, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. 2ª. ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2001.
- Rother, M. and Shook, J. (1998) learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda, Brookline Massachusetts, USA, Lean Enterprise Institute.
- Socconini, L. (2008). Lean Manufacturing, paso a paso. Norma Ediciones. México
- Sunil, C. (2013). Administración de la cadena de suministro, estrategia, planeación y operación. Pearson. México.
- Tam, J., Vera, G., y Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. Pensamiento y acción. 5: 145-154.

---

# DETECCIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DE MEJORA Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES EN LA EMPRESA ELOTES Y RASPADOS FÉLIX

EVA MERCEDES ALVARADO BRADY<sup>1</sup>, ÁNGEL SÁNCHEZ SÁNCHEZ<sup>2</sup>, JAVIER HERNÁNDEZ MENDOZA<sup>3</sup>

## RESUMEN:

Se presenta el diseño e implementación de estrategias de mejora de las operaciones en la empresas Elotes y raspados Félix, esta ponencia es obtenida gracias al trabajo elaborado en vinculación con la empresa y el Instituto, desarrollado a lo largo de un periodo de diez meses, y resume el proceso, con base a la información histórica de la empresa, la experiencia del encargado del proyecto, asesoría de los docentes del Instituto y la adecuación de la información para su publicación, respetando la confidencialidad de los datos. El objetivo que se logra con este trabajo es mostrar la implementación de algunas herramientas de Lean Manufacturing, dentro de las instalaciones y operaciones de la empresa.

Palabras Clave: procesos, industrial, mejora, operaciones, herramientas.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la situación económica actual del país, las micro y medianas empresas, deben de buscar medios o métodos para que sus empresas puedan optimizar los procesos, operaciones y recursos, tener eficiencia en los mismos, esto sin duda brindara mejores resultados tanto a nivel de servicio como el aprovechamiento de

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica  
eva.alvarado@itspozarica.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica  
angel.sanchez@itspozarica.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica  
javier.hernandez@itspozarica.edu.mx

los recursos, además de ser una ventajas competitivas frente a las demás empresas, poder mejorar factores internos de la empresa además de poder brindar beneficios a el empresario, beneficiara el ambiente laboral y ayudara a que los trabajadores, por que al hacerlos participes de las mejoras, establecerán un mayor compromiso con su trabajo y con la empresa.

La empresa “Elotes y raspados Félix” es una empresa mexicana, ubicada en la ciudad de Poza Rica de Hidalgo Veracruz. Se dedica a la venta de productos alimenticios para público en general y cuenta con 23 años de experiencia en el mercado. La empresa desde que inicio sus actividades, a operado con el mismo método de trabajo, el proyecto que se expone en la ponencia permitió realizar un análisis sobre la situación de la empresa y con ello diseñar estrategias para mejorar el método de trabajo antiguo, para ello, las estrategias planteadas tuvieron como base herramientas de la manufactura esbelta.

### **METODOLOGÍA Y DESARROLLO**

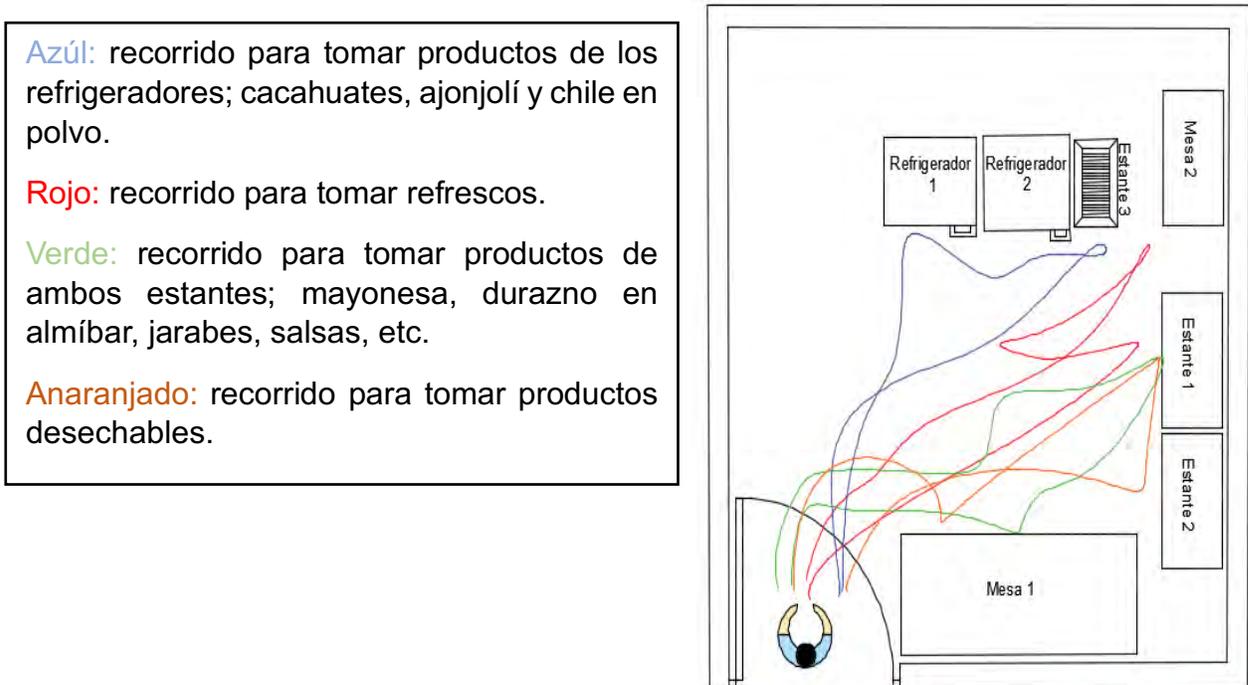
Las empresas deben tener procesos de calidad, esto brindara una ventaja sobre las demás empresas según (Pulido, 2005) menciona que “la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que este tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo”. Por otra parte, (Aldavert & Lorente, 2016) indican que: “Las 5S están en constante Mejora Continua. Con un entorno cambiante y unos equipos en constante desarrollo”. Por lo tanto, dentro de la empresa, existía un problema de orden, en el área de almacén, puesto que no contaba con el nivel de organización y limpieza adecuada, además de que no tenía un clasificación y organización conforme a las actividades y exigencias de la preparación del producto, esto traía como consecuencia perdida de tiempo en la búsqueda de los productos solicitados.

Tabla 1. Tabla descripción de actividades Fuente: Elotes y raspados Feliz, Poza Rica, 2019

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
<b>Estrategia 1</b>	Aplicar herramientas de Ingeniería Industrial.	Propietario
Línea de acción 1	Implementar el método de las 5S's específicamente en el área de la bodega y el área exterior del establecimiento.	Propietario

Otro punto importante que se tomó en cuenta fue la aplicación de la administración visual en el área de producción y la identificación de las mudas dentro de la misma. Para poder llevar a cabo la implementación de las 5S's primero se presentó la propuesta al dueño de la empresa, posteriormente el dueño asignó el área de la bodega y la parte exterior para realizar la mejora, una vez definida el área, se visitó y se tomaron las fotografías como evidencia inicial.

Figura 2. Diagrama de espagueti antes de la implementación



Fuente: Elotes y raspados Feliz, Poza Rica, 2019.

Descripción de las actividades de la estrategia 1.

En la figura 1 se muestra el diagrama espagueti que contiene el recorrido que los empleados debían seguir para poder buscar y tomar los productos que se encuentran dentro de la bodega. El objetivo de este diagrama es para mostrar que,

sin un orden dentro del área de trabajo, el tiempo de búsqueda se puede prolongar y también se pueden presentar accidentes por cosas mal acomodadas que obstruyan el paso. De esta manera se generan pérdidas de tiempo innecesario que cada trabajador tenía.

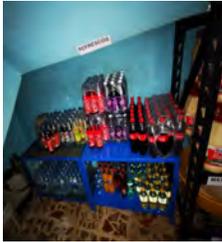
<b>Área de caja</b>	
<b>Antes de la implementación del método de las 5' s</b>	<b>Después de la implementación del método de las 5' s</b>
	
<b>Descripción del área antes de la implementación</b> La pared se encontraba manchada, el muestrario de precios y tamaños estaba roto, algunos precios ya habían sido cambiados.	<b>Descripción del área después de la implementación</b> Se limpió la pared y el muestrario de precios, se actualizaron los precios y se colocó un letrero que indica que ahí es el área de cobro. Se agregó un letrero en donde se especifica que la empresa no se hará responsable de objetos olvidados.
<b>Conclusión:</b> Se limpió el área e implementó una estrategia que permita actualizar los precios en forma concurrente de acuerdo con el comportamiento del mercado, que consiste en coloca pegatinas de diferentes colores en el área correspondiente. La señalización del área de cobro denominada caja se estableció en el lugar correspondiente. <b>Nota:</b> Se debe buscar la estrategia para eliminar los cables que cruzan por la ventana, en una segunda evaluación, y buscar una estrategia que no invada la zona de ventilación con los letreros de señalización implementados.	

<b>Antes de la implementación del método de las 5' s</b>	<b>Después de la implementación del método de las 5' s</b>
	
<b>Descripción del área antes de la implementación</b> El pilar y la pared del fondo se encontraban sucios, el extintor no había sido colocado debido a que la base estaba dañada, al fondo se encontraba un stand que ya no se utilizaba.	<b>Descripción del área después de la implementación</b> Se lavaron las paredes, el extintor fue colocado de nuevo después de haber sido arreglada la base. Se colocó una señalización y se reemplazó el letrero que estaba colocado en la parte superior. El stand fue removido del lugar y fue trasladado a la parte exterior del establecimiento.
<b>Conclusión:</b> Se reforzó la limpieza del área asignada, mejora el aspecto visual y se implementó un plan de mantenimiento para mejorar el aspecto visual del área estudiada.	

<b>Baños</b>	
<b>Antes de la implementación del método de las 5' s</b>	<b>Después de la implementación del método de las 5' s</b>
	
<b>Descripción del área antes de la implementación:</b> El baño no contaba con la señalización que indicaba que el baño está preparado para atender ambos sexos, ya que es de un solo servicio.	<b>Descripción del área después de la implementación:</b> Se colocó una señalización en la puerta del baño indicando el carácter unisex del servicio.
<b>Conclusión:</b> Se mejora la señalización correspondiente con una iconografía universal que representa que el servicio puede ser utilizado por ambos sexos, además que indica que el servicio se encuentra en el área correspondiente.	

Área de refrigerador	
Antes de la implementación del método de las 5's	Después de la implementación del método de las 5's
	
<b>Descripción del área antes de la implementación:</b> La pared se encontraba manchada y al fondo se encontraba una mesa de plástico que estaba deteriorada.	<b>Descripción del área después de la implementación:</b> Se limpiaron las paredes y la mesa de plástico se canalizó con el departamento de mantenimiento para verificar su estado quedando a disposición de su utilidad.
<b>Conclusión:</b> El área se talló y limpió a profundidad, para tener un ambiente libre de esporas y bacterias incrustadas en las fisuras del muro separador del área estudiada.	

Área jarabes	
Antes de la implementación del método de las 5' s	Después de la implementación del método de las 5's
	
<b>Descripción del área antes de la implementación:</b> En la parte superior de la mesa se encontraban jarabes, una báscula, una barra de queso añejo, cubetas de mermelada, esencias y planchas de refresco.	<b>Descripción del área después de la implementación:</b> Se colocó un estante de metal que fue removido del fondo de la bodega. Dentro del estante se colocaron productos desechables; vasos de plástico que fueron separados por tamaño, paquetes de servilletas, popotes, cucharas y papel higiénico. A un costado del estante fueron colocadas cubetas de mermelada y palitos de madera. Cada producto se etiquetó con su respectivo nombre.
<b>Conclusión:</b> se clasificaron productos por tamaño y por el grado de uso. Se requiere un plan de acción para mantener las condiciones de limpieza y de surtido de material.	

Área de refrescos	
Antes de la implementación del método de las 5' s	Después de la implementación del método de las 5's
	
<b>Descripción del área antes de la implementación:</b> Dentro del área se encontraba herramienta, un estante de metal que contenía productos ligeros como lo son; salsas valentinas, frascos de miguelito en polvo y algunas bolsas de plástico. Al fondo se encontraba una mesa de madera con queso añejo en la parte superior y planchas de refresco.	<b>Descripción del área después de la implementación:</b> La herramienta que se encontraba en el lugar fue seleccionada respectivamente de acuerdo a su uso, la herramienta que servía se acomodó y algunas cosas se desecharon. La mesa de madera se desechó debido a que estaba muy deteriorada. El estante de metal fue removido del lugar y colocado en la parte de afuera. Un estante que estaba situado a un costado fue cortado en dos partes, ambas partes se colocaron en esta área. Posteriormente, las planchas de agua, jugo y refresco se acomodaron por sabor y se colocó una etiqueta.
<b>Conclusión:</b> Se limpiaron las paredes, se lavó el piso y se amplió el espacio que había para poder acomodar mejor los productos.	

Para poder mantener el mismo orden y limpieza del establecimiento, se colocó un pizarrón en la entrada de la bodega.

Se repartieron las actividades por semana entre los empleados; las tareas que fueron asignadas son las siguientes:

- Lavar el baño
- Barrer la banqueta
- Acomodar la bodega
- Lavar las mesas
- Lavar los pisos

Estas tareas fueron repartidas entre los 6 empleados y deberán seguirse cada semana para cumplir con la quinta “disciplina”

Figura 2. Diagrama de espagueti después de la implementación



Fuente: Elotes y raspados Feliz, Poza Rica, 2019

**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Después de la aplicación

Figura 3. Diagrama de espagueti después de la implementación



Fuente: Elotes y raspados Feliz, Poza Rica, 2019

Tabla 3. Tiempos de desplazamiento antes y después de la aplicación de 5 s

COLOR	TIEMPO EN SEGUNDOS POR RECORRIDO		DISTANCIA RECORRIDA EN METROS	
	ANTES DE LA APLICACIÓN	DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	ANTES DE LA APLICACIÓN	DESPUÉS DE LA APLICACIÓN
Verde	65 s	48 s	8 m	2 m
Rojo	85 s	61 s	12 m	3 m
Azul	112 s	78 s	9 m	2 m
Naranja	75 s	43 s	7 m	1.5 m

Fuente: Elotes y raspados Feliz, Poza Rica, 2019

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
ESCOBAS	3	\$15.00	\$45.00
SEÑALIZACIONES	6	\$10.00	\$60.00
LONA	1	\$90.00	\$90.00
ETIQUETAS	25	\$1.00	\$25.00
ESTANTE	1	\$3,800.00	\$3,800.00
		<b>TOTAL:</b>	<b>\$4,020.00</b>

Teniendo como referencia los diagramas de espagueti, del antes y después de la aplicación de las herramientas, se ve claramente mejoría en el desplazamiento de los empleados, estos recorridos son necesarios para tomar el material y elementos para la elaboración de los productos, dentro del área donde se almacena la materia prima, con la aplicación de la metodología de las 5s, se logro disminuir estas distancias, en consecuencia el trabajador pierde menos tiempo en encontrar los elementos deseados, lo cual también representa menos fatiga y desgaste, la disminución de tiempo también favorece, el tiempo de respuesta para elaborar los alimentos.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, como ya se mencionó, el tiempo perdido en la búsqueda de un producto se redujo considerablemente, así mismo, la imagen del área de la bodega mejoró en el aspecto de orden, limpieza y clasificación, lo que ayudó a reducir los riesgos, además desarrollar el compromiso por parte del personal al ver los beneficios obtenidos.

Con la aplicación de herramientas de Calidad como lo son las 5 s, ayudaron a incrementar los niveles de calidad a través de la mejora continua, reducción de costos y tiempo.

Se modificó el área de bodega a la cual se le realizó una limpieza y se acomodaron los productos que tienen mayor uso, se rotularon para poder tener mejor facilidad a la hora de buscar y acomodo de algún producto dentro de la bodega y encontrar los productos necesarios para la preparación de los elotes y raspados. De igual manera se llevó a cabo la administración visual en todo el establecimiento ya que en algunos puntos era necesaria su aplicación.

### **CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

Se utilizó de forma eficiente los espacios disponibles, con la intención de brindar un ambiente seguro, libre de golpes o accidentes, contar con un ambiente despejado de exceso de elementos y artículos, favorece el buen clima laboral, motiva a el personal, a realizar bien sus labores. Además de involucrar más a los trabajadores, desde la implementación y al asignarles responsabilidades con las actividades del proceso y con la empresa, logra que se coloquen la camiseta de la empresa y se adquiriera un compromiso para realizar sus actividades de la mejor manera,

Se mejoraron las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación personal y la eficiencia; en consecuencia a esto, la calidad en las operaciones que componen el proceso de atención, resultando un mejor servicio de atención a los usuarios; tener conciencia de los beneficios que apporto la implementación, ayudara a mantener presentes las acciones tomadas y hacerlas parte del proceso y del día a día, motivando a los trabajadores, emplear una cultura de mejora continua.

Se obtuvieron grandes resultados y esto ayudó a disminuir las pérdidas de tiempo y a tener un mejor ambiente de trabajo.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Pulido, H. G. (2005). *Calidad total y productividad*. Mc Graw hill.

Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J., & Aldavert, X. (2016). *5S para la mejora continua*. Cims.

---

# CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MOLIENDAS DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA PRODUCCIÓN DE PILONCILLO

SINUHÉ DE JESÚS ABURTO SANTOS<sup>1</sup>, ABIGAIL GARCÍA ROQUE<sup>2</sup>, ALICIA ZÚÑIGA SÁNCHEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

El propósito del artículo es mostrar la investigación generada sobre información del sistema de producción artesanal de las empresas dedicadas a la molienda de caña de azúcar, para la obtención de piloncillo o panela en forma de mancuerna y granulado; así como los subproductos obtenidos durante el proceso de transformación tales como jugo de caña o agua miel y pepitorias. Se realizó una investigación de campo en cuatro piloncilleras de la Huasteca Potosina tres pertenecientes al municipio de Tamazunchale y una al municipio de Axtla de Terrazas, donde se caracterizó el sistema de producción en métodos de trabajo, equipos y herramientas de trabajo. Para obtener la información necesaria se construyó un instrumento de recolección que constó de 12 ítems, mismo que fue analizado para una mejor comprensión del sistema de producción. Las variables analizadas fueron: procesos de elaboración, equipos y herramientas utilizadas, cantidad producida y tipos de productos. De los resultados obtenidos se concluye una comparativa que muestra las diferencias y similitudes entre los sistemas de producción de las piloncilleras, identificando así las áreas de oportunidad para la simplificación del trabajo mediante la ingeniería de métodos.

**PALABRAS clave** Caña de azúcar, sistemas de producción, métodos de trabajo, ingeniería de métodos.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale  
sinuhe.001@tectamazunchale.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale  
abigr0271@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale  
alicia.107@tectamazunchale.edu.mx

**ABSTRACT**

The purpose of the article is to show the research generated on information of the artisanal production system of the companies dedicated to the milling of sugarcane, for the obtaining of piloncillo or panela in the form of dumbbell and granules; as well as the by-products obtained during the transformation process such as cane juice or honey water and pepitorias. A field investigation was carried out on four piloncilleras of the Huasteca Potosina three belonging to the municipality of Tamazunchale and one to the municipality of Axtla de Terrazas, where the production system was characterized in work methods, equipment and work tools. To obtain the necessary information, a collection instrument was built that consisted of 12 items, which was analyzed for a better understanding of the production system. The variables analyzed were: manufacturing processes, equipment and tools used, quantity produced and types of products. From the results obtained, a comparison is concluded that shows the differences and similarities between the production systems of the piloncilleras, thus identifying the areas of opportunity for the simplification of work through method engineering.

**KEYS WORDS** Sugarcane, production systems, working methods, engineering methods.

**INTRODUCCIÓN**

En un Sistema de Producción es importante conocer cuáles serán las entradas y salidas, siendo para este sistema la caña de azúcar, materia prima principal que entrará y dará como resultado la salida del piloncillo y otros productos derivados.

La caña de azúcar es originaria de Nueva Guinea; cultivándose por primera vez en el Sureste Asiático y la India occidental. A partir de la llegada de la caña de azúcar, conocida también por su nombre científico como *Saccharum officinarum* L. a los territorios mexicanos en la época de la conquista 1522 aprox., se instalaron posteriormente los primeros ingenios azucareros en las partes cálidas del país como parte de la colonización, desató una serie de actividades en donde se dieron cuenta que aparte de cultivar caña de azúcar se podían producir nuevos productos a base de esta misma (SAGARPA, 2015).

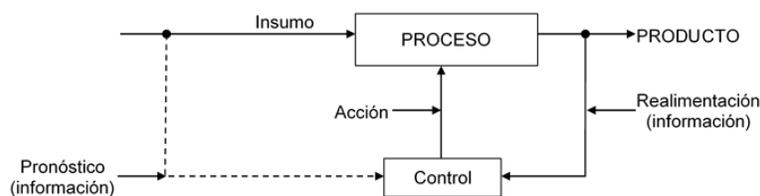
En la investigación se trabajó con cuatro molindas, donde su mayor especialidad es la elaboración de productos, tal es el caso del piloncillo conocido también como mancuerna, dulces como las pepitorias, aguamiel o melado cuyo beneficio es ser un hidratante natural y la famosa azúcar granulada. Estas molindas se estuvieron examinando con determinación para poder hacer un comparativo sobre su modo de trabajo y sus sistemas de producción.

## ANTECEDENTES

La caracterización de los sistemas de producción es muy importante, ya que arroja información básica para el diseño de políticas estatales, aportes básicos de diversas investigaciones, además de lograr identificar limitaciones tecnológicas e implementar estrategias que conduzcan a la sostenibilidad de los agroecosistemas (Martínez, 2013).

De acuerdo con Mastretta (1996), un sistema es alguna cosa o ente que recibe algo, lo procesa y produce algo, cuya representación se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Representación de un Sistema insumo-producto. Mastretta, 1996.



La primera gran clasificación de sistemas consiste en abiertos y cerrados, otras clasificaciones pueden ser los físicos y los abstractos, los naturales y los elaborados, y los sistemas de hombres y máquinas. Estos últimos son los más importantes pues son aquellos integrados por hombres y máquinas cuya combinación tiene por objeto transformar algo, producir algún producto o servicio para satisfacer necesidad. En cuanto a los tipos de sistemas de producción se encuentran tres principales, el primero es el Sistema Modelo, conformado por la producción continua, la producción intermitente, producción modular y la producción por proyectos, en segundo lugar se encuentra el Sistema Primario de Producción, integrado por el sistema agrícola, relaciones entre la economía agrícola y la administración agrícola, y el sistema de extracción, por último, están los Sistemas

Secundarios de Producción, compuesto por el sistema de transformación y el sistema de artesanías, siendo este último el indicado para colocar las piloncilleras. Pues el sistema artesanal se puede considerar como una fuente de trabajo temporal o permanente de la cual derivan sus ingresos las personas dedicadas a las diferentes formas de creación artística. Este horizonte se ve aún más fortalecido en virtud de no poder determinar un sistema de producción específico, debido a la diversidad de la concentración de las actividades del artesano que van desde su calidad de patrón, hasta la del trabajador, siendo a la vez productor y distribuidor. Primeramente, se colecto fundamento sobre las variaciones de caña de azúcar pues las primeras variedades cultivadas fueron las criollas, luego las POJ, destacándose las POJ 28- 78 y POJ 27-14; posteriormente, las CP57-603, como las más sobresalientes Corpoica – Sena (1998). Las variedades extranjeras PR 61-632, V 71-51 y las variedades Cenicaña Colombia (CC) han surgido en el sector azucarero colombiano, ya que combinan la resistencia al carbón, la roya y el mosaico, con una alta producción de caña y azúcar. Además, por la buena adaptación de algunas de estas variedades a suelos salinos, se están utilizando para remplazar la variedad CO 421.

- a. EPC: Las obtenidas en la Estación Experimental Palmira.
- b. ICA: Las generadas por el Instituto Colombiano Agropecuario, hasta 1975.
- c. C.C.: Las producidas a partir del año 1981 por CENICAÑA, que en la actualidad es la entidad que produce el mayor número de variedades de esta especie, con destino al sector azucarero.
- d. Algunas producidas por ingenios particulares como Mayagüez, Colombia (MZC) y Manuelita, Colombia (MC).

La variedad tiene un papel primordial en la capacidad productiva del cultivo, por la diversidad de condiciones de clima, suelo y manejo en cada región. Se debe seleccionar la variedad por unidad o nicho agroecológico; en estas condiciones es donde expresan su mejor potencial productivo. Como resultado de las investigaciones hechas por Corpoica – CIMPA (Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Panela) sobre el manejo actual del cultivo, se tienen

caracterizadas las variedades de caña para producción de panela por unidad agroecológica.

Por otra parte, la producción de caña de azúcar en México, se sustenta en forma mayoritaria por cuatro genotipos, las cuales son la variedad CP 72-2086, Mex 69-290, Mex 79-431 e ITV 92-1424, que en suma ocupan más del 70% de la superficie sembrada (Gómez, 2015).

### **DESARROLLO Y METODOLOGÍA EMPLEADOS**

Para poder ejecutar las visitas a las molindas de la Huasteca Potosina se gestionaron una serie de permisos ante la dependencia del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas INPI con su centro en el municipio de Tampacan, San Luis Potosí, pues en los últimos años ha sido la encargada de repartir apoyo de capacitación y entrega de material a estos ejidales a través de los proyectos gubernamentales. Posteriormente se procedió con las constantes visitas, donde se pudo identificar su modo de trabajo para la producción del piloncillo y sus derivados, desde el momento en que la caña llega a la molienda, pasando por el proceso de fabricación, hasta la obtención de sus productos. Esta información fue de utilidad para realizar una encuesta de 12 ítems para posteriormente, analizar con profundidad y conocer con más determinación dicho sistema. Se tomaron una serie de decisiones previas, relacionadas con el estilo que debía adoptar el instrumento de medida pues en la mayoría de los casos, los productores carecen de la habilidad de leer y escribir y les era difícil poder comprender el instrumento, es por eso que se adaptó para facilitar la comunicación.

Para mayor comprensión se presentan ahora, los términos principales que se utilizaron para la elaboración del diagrama del Sistema de Producción. Logrando identificar a los trapiches, conformados por una serie de molinos compuestos por tres rodillos que presan la caña de azúcar previamente desmenuzada por las hojas extrayendo su jugo. Este jugo es concentrado y cocido hasta obtener el melado del azúcar. Del prensado de la caña se obtiene el bagazo un residuo fibroso que se puede usar como combustible pues se dice que de esta manera se logra un mejor concentrado del fuego y una fácil dispersión del mismo cociéndose mejor, o bien se

le puede dar el uso como alimento para el ganado bovino, entre otras funciones, siendo utilizado hasta su máximo punto.

Acto seguido de las siguientes maquinaria y herramientas para la elaboración del piloncillo y sus derivados mostrados en la Tabla 1.

Tabla 3 Maquinaria y herramientas utilizadas.

Cantidad	Maquinaria Herramientas	y	Características
1	Molino		Marca GUMADI capacidad de 13 caballos. Utiliza $1\frac{1}{2}$ litro de gasolina. Su función principal es comprimir y extraer el jugo de la caña.
1	Paila "puntera"		Denominada puntera por la certeza de que es aquí cuando el jugo de caña encuentra su "punto" exacto para convertirse en la nueva sustancia llamada melado. Fabricada de madera y con el interior de la parte media hacia el fondo de láminas de aluminio para que no "se pegue" el melado. Capacidad 400 litros.
2	Recipientes		Ambos tienen como función principal el ser contenedores del jugo de la caña que expulsa el trapiche. En un primer momento se depositan en uno con la capacidad de 120 litros y en otro momento se depositan en otro con capacidad de 200 litros para posteriormente ser depositada en la puntera
1	Paila enfriadora		Hecha de madera. Su función es contener el vaciado del melado proveniente de la puntera, donde reposará momentáneamente hasta que se enfríe y los moldes puedan ser llenados.
60 o más.	Moldes		Hechas de barro. Sirve para moldear el melado, se repose y posteriormente salga el piloncillo.
2	Cucharas		Hechas de madera. Sirve para llenar los moldes para piloncillo.
2	Paletas		Hechas de acero inoxidable. Sirve para raspar el sobrante de alrededor de la enfriadora.
1	Criba		Hecha de madera y metal. Su función es que, después de ser raspado el sobrante de la enfriadora pase por la criba y pueda generarse el granulado.
1	Báscula		Su función es pesar el producto final.

Nota: Descripción breve de la maquinaria y herramienta utilizada en el proceso de producción del piloncillo y derivados. Elaboración propia (2019).

## RESULTADOS

El primer proceso que se identifica es el cultivo, ya que la caña de azúcar es usualmente plantada por los mismos productores, contando con una superficie de hasta dos hectáreas aproximadamente, mientras que, de manera general, se pudo comprobar que trabajan con las variaciones de POJ debido a que son más dulces y su crecimiento no tarda más de un año, esperando con esto ser cortadas por los meses de abril-mayo, o hasta el periodo agosto-septiembre. Una vez que la caña llega a la molienda, pasa al siguiente proceso, que es el de fabricación, la caña pasa

a ser estibada cerca de donde se encuentra el molino o mejor conocido por ellos como trapiche, de esta manera al productor se le hará más fácil tomar la caña y extraer su jugo, aquí es dónde se obtiene el primer producto llamado aguamiel, para ser depositado en recipientes de 20 o más litros. Una vez que se logre extraer el jugo definido pasa a la llamada puntera, previamente antes colado por una criba, siendo el bagazo y la leña sus fuentes de combustible principal, durante este proceso se espera entre 3 a 7 horas para que el jugo de caña hierva y alcance el “punto” exacto para convertirse en melado, debe de tener como peculiaridad el espesor y cambio a un color café más oscuro. Cuando el melado ya esté listo pasa a ser vaciado a una nueva paila denominada enfriadora, aquí será cuestión de minutos para que puedan ser llenado por medio de las paletas, los moldes de barro que le darán forma a la mancuerna, es también en este punto donde se puede extraer una fracción para ser utilizada en la fabricación de las pepitorias. Opina Moral (1995) que el piloncillo moreno o negro, es resultado del poco control de calidad en el proceso, pues no se verifica el pH, temperatura, ni se limpia la cachaza. Su destino es el consumo se ve enfocado por la industria vitivinícola y tequilera. Mientras que el piloncillo blanco (amarillo), se procesa cuidando la temperatura y sobre todo se extraen las impurezas de forma manual. Su destino es el consumo doméstico o en la elaboración de dulces. El resto sobrante que se llegue a quedar en las paredes de la enfriadora podrán ser raspadas por las paletas y cucharas para que el acumulado sea convertido en azúcar granulada.

La capacidad de producción de estas cuatro moliendas varía entre 30 a 45 mancuernas, esto dependerá por los puntos que se logren alcanzar en ese día. En cuanto a sus productos más vendido se puede deducir que es el piloncillo, el segundo lugar lo ocuparía el azúcar granulada, posterior a eso le continúa las pepitorias y a lo último el aguamiel.

La representación del sistema de producción de las piloncilleras se muestra en la figura 2.

Figura 2. Sistema de Producción de productos originarios de la caña de azúcar.



Elaboración propia (2019).

Como se puede apreciar en la figura 2, el aguamiel es el primer producto que sale de la extracción del jugo de caña, después de que se encuentre en el punto exacto sale el melado para poder ser utilizado en el llenado de los moldes y la elaboración de las pepitorias, a lo último se genera la creación de la azúcar granulada. En cuanto a los insumos se pueden mencionar la cal o las semillas para la elaboración de las pepitorias.

### RECOMENDACIONES

Es importante mencionar que los productores de esta zona, no desperdician la materia prima en ningún momento, como ya se mencionó anteriormente, el bagazo se utiliza como fuente de combustible, una vez secado a la intemperie, otro lo suele vender al sector ganadero, dado que lo utilizan como un complemento alimenticio. El siguiente punto sustancial es que los productores tengan el interés de investigar e informarse sobre las propiedades nutricionales de la caña, de igual manera que tengan más interés por vender sus productos en otros comercios o en expo ferias y no únicamente en negocios particulares, de esta manera los productores tendrían más y mejores oportunidades; a este aspecto hay que sumarle la investigación de Baca (2018), donde menciona que la vinculación al mercado de los pequeños productores normalmente tiene condiciones de desventaja, ya que como señala la FAO (2012) “por su localización, falta de recursos e información, prevalencia de fallas de mercado y falta de organización, los pequeños productores enfrentan altos costos de transacción para desarrollar su actividad productiva, lo que se traduce en

bajos precios de sus productos y baja competitividad. A ello se suman volúmenes reducidos, infraestructura inadecuada, instituciones débiles, asimetrías de mercado, así como una marcada inequidad de género”. Otro aspecto importante es la detección de necesidades que conlleva a la implementación de la Ingeniería de Métodos pues gracias a esto se podrían estandarizar ciertos procesos ayudando a la reducción de tiempos.

## **CONCLUSIONES**

Con base a la información obtenida se tiene que, en las molineras de la Región Huasteca Potosina tienen un proceso de fabricación similar, todo dependerá de la cantidad de caña que se cortada por los productores para que varíe la cantidad de productos finales. Para Yano (2006), los habitantes de la región Huasteca Potosina se enfrentan ante factores que posiblemente intervienen en su producción y venta, ya que va encaminada hacia un ambiente familiar. Se expresa por los mismos propietarios de las molineras que sus descendientes hoy en día, ya no quieren seguir con la tradición de moler caña, pues no existe la aceptación adecuada por parte de los clientes. Pero este factor no puede bajar completamente las expectativas que se tienen de estos productos derivados de la caña, de igual manera los productores pueden asesorarse para la obtención de que sus productos sean orgánicos, según la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019) señala que, los productos orgánicos certificados, son aquellos que se producen, almacenan, elaboran, manipulan y comercializan con especificaciones técnicas precisas (normas), y cuya certificación de productos "orgánicos" corre a cargo de un organismo especializado. Es importante señalar que la etiqueta de calidad orgánica que se le da al producto se aplica al proceso de producción, y garantiza que el producto se ha creado y elaborado en forma que no perjudique al medio ambiente. Esta etiqueta respalda, pues, un proceso de producción, a diferencia de la certificación de calidad. Lo cual la molinera de fabricación del piloncillo cuenta con la mayoría de estos requisitos siendo una nueva oportunidad de venta para este comercio.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Anónimo. (s.f.). EcuRed. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Proceso\\_de\\_fabricaci%C3%B3n\\_del\\_az%C3%BAcar\\_de\\_ca%C3%B1a](https://www.ecured.cu/Proceso_de_fabricaci%C3%B3n_del_az%C3%BAcar_de_ca%C3%B1a)
- FAO. (2012). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/as169s/as169s.pdf>.
- FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq2/es/>
- Gil, J. G. (2016). Caracterización de los sistemas tradicionales de producción de caña de azúcar para panela y algunas perspectivas para mejorar su sostenibilidad. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.
- Gómez M. F. C., S. H. (2015). Manual para la identificación varietal de caña de azúcar. México.
- Julio Baca del Moral, V. C. (2018). Producción y comercialización de piloncillo: caso de la comunidad de Aldzulup Poytzén, San Luis Potosí. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 381-390.
- Martínez, A. (2013). Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
- Mastretta, V. (1996). Administración de los Sistemas de Producción. México, D.F.: LIMUSA S.A. DE C.V.
- Moral, J. B. (1995). La producción piloncillera en la Huasteca Potosina. Geografía Agrícola, 89-96.
- SAGARPA, C. (2015). Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar. 2.
- Yano, P. M. (2006). Los Teenek Productores de Piloncillo de San José Peketzén, Tancanhuitz: La Construcción de una Identidad Étnica en la Huasteca Potosina. Redalyc, 153-182.

# PRONÓSTICO ESTADÍSTICO POR EL MÉTODO DE PROMEDIOS MÓVILES PARA LA PRODUCCIÓN DEL LIMÓN PERSA (CITRUS LATIFOLIA) DE LOS MUNICIPIOS DE MARTÍNEZ DE LA TORRE, VER., VS TECOMÁN, COLIMA

LORENA MARTÍNEZ CARRILLO<sup>1</sup>, MA ELIZABETH MONTIEL HUERTA<sup>2</sup>, ALEJANDRA TORRES LÓPEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

La agroindustria representa un área de oportunidad para cualquier país ya que influye en el desarrollo económico de éste, al generar empleos. Para México dicho sector es un eje fundamental, la Balanza Comercial Agropecuaria señala un incremento 2012 a 2019, reportado para el primer cuatrimestre: 536,546 MDD, dicho reporte enlista 34 productos agropecuarios con impacto a nivel nacional dentro de los que se encuentra el limón persa (citrus latifolia). El cultivo del limón persa ha mantenido una alta producción y consumo mundial, registrando desde mediados de los 80's un crecimiento representativo a nivel internacional. El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución de la producción del limón persa en los municipios de Martínez de la Torre, Ver., y Tecomán, Colima. La metodología que se lleva a cabo es mediante promedios móviles cuya finalidad permita determinar un pronóstico para el 2029. Finalmente se demuestra una tendencia a la baja en la producción de ambos municipios; se confirma que la producción de Martínez de la Torre, Ver., sigue representando el mayor punto de referencia del limón persa a

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional De México/ Instituto Tecnológico De Apizaco lorena.mtz.carrillo@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional De México/ Instituto Tecnológico De Apizaco elizabeth.mh@apizaco.tecnm.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional De México/ Instituto Tecnológico De Apizaco tesistamia.ale@hotmail.com

nivel nacional coadyuvando en la aceptación de dicho fruto en mercados internacionales como: EE UU, Europa, Japón y Corea.

Palabras Claves: limón persa, pronósticos, agroindustria

## **INTRODUCCIÓN**

La agroindustria representa un área de oportunidad para cualquier país, México se ha caracterizado en este rubro, ya que la importancia de esta actividad consiste en permitir la disponibilidad y durabilidad de productos agropecuarios (agricultura, ganadería, forestales y pesqueras), e influye en variables como la generación de empleos y el desarrollo económico. Según la Balanza Comercial Agropecuaria de México muestra para el periodo 2012 a 2019 un aumento favorable sobre el crecimiento de este sector con una aportación para el primer cuatrimestre del año 2019 de 536,546 MDD.

Dentro del tema anterior, México ha sido una referencia en diversos cultivos (INEGI, 2018), datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2017) enlista 34 productos agropecuarios con representatividad nacional, como: el jitomate, aguacate, fresas, cacao, el limón entre otros, siendo este último cultivo el tema para este artículo.

Los limones son frutos cítricos ácidos que se diferencian de otras variedades de cítricos por el hecho de que se consumen normalmente con otros alimentos. Los limones y las limas se producen principalmente para el mercado de productos frescos y el zumo de limones se utiliza primordialmente para dar sabor a las bebidas. Se producen generalmente en climas templados, sin embargo, se adaptan a climas más secos. Teniendo su origen en las regiones tropicales y subtropicales de Asia de donde se difundieron al resto del mundo.

La producción y el consumo mundiales de cítricos han registrado un fuerte crecimiento desde mediados de los 80', aumentando su producción rápidamente debido a las mejoras en transporte, empaquetado, reducción de costos y mejorando las prácticas de calidad (FAO, 2019).

Dentro de los cítricos a nivel internacional, específicamente en los limones, se han presentado tres tipos de cultivos: limón persa (*Citrus latifolia*), o sin semilla, limón

mexicano o verde amargo (*Citrus aurantifolia*) y limón amarillo o italiano (*Citrus lemon*). Dentro de este artículo es de interés es el limón persa (*Citrus latifolia*) (Just Trade Mex S.A de C.V , 2015).

**OBJETIVO GENERAL**

Analizar la evolución de la producción del limón persa (*Citrus latifolia*) de los municipios de Martínez de la Torre, Ver., y Tecomán, Colima a través del método de promedios móviles, con la finalidad de establecer un pronóstico de dichos municipios.

Generalidades del limón persa

El limón persa se considera un híbrido desarrollado entre (*Citrus aurantifolia*), y algún otro citrus sp. Se desarrolla en áreas tropicales y subtropicales. Las condiciones climáticas y edáficas óptimas para el desarrollo del limón persa son las siguientes:

<b>Tabla 1. Características del limón persa</b>	
<b>Nombre científico:</b>	<i>Citrus Latifolia</i>
<b>Rendimiento por Ha:</b>	1,500 frutos prom. (15 a 25 TM/Ha a 6 años)
<b>Época de producción:</b>	Agosto – septiembre (temporada alta) Noviembre – diciembre Marzo – abril
<b>Temperatura</b>	28° C
<b>Precipitación Pluvial:</b>	900 a 1200 mm/año
<b>Altitud:</b>	50 - 800m
<b>pH del suelo:</b>	6 – 7
<b>Materia orgánica:</b>	2- 4%

Elaboración propia Fuente (Just Trade Mex S.A de C.V , 2015)

Descripción del árbol

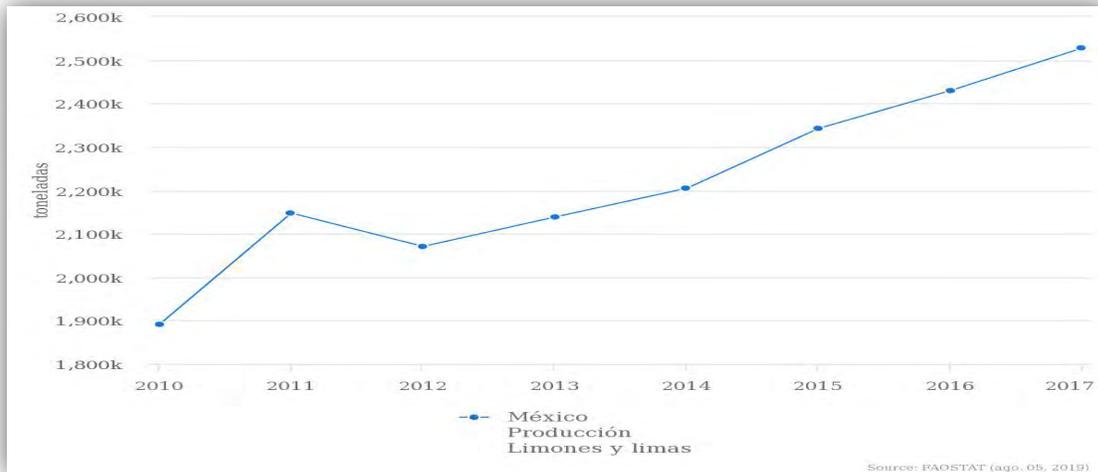
Alcanza una altura de 6 – 7 mts., tronco (corto con ramas encorvadas hacia el suelo). Las ramas jóvenes en un mismo árbol pueden no ser espinosas o tener puntas gruesas de 7mm de largo aproximadamente. Las hojas suelen ser de color verde pálido y en el caso de los árboles maduros llegan a un color verde oscuro, sobre la floración se presenta durante todo el año, más o menos de manera uniforme. La flor tiene cinco pétalos de color blanco tanto en la superficie de afuera como la interna alcanzando de 30 a 35 mm de ancho al estar abierta la flor. Los frutos son de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van

tornándose en verde claros o amarillo, pueden llegar a tener hasta un 42% de jugo, y un peso de 54 grms (Just Trade Mex S.A de C.V , 2015).

**Historia**

El limón persa se introdujo como cultivo de siembra en la década de los 70', siendo un cultivo no originario de México, hoy en día, a nivel mundial, el limón ocupa el segundo lugar de importancia en los cítricos por su consumo particular y en la industria y se enlista como unos de los primeros productores de cítricos (ASERCA SAGARPA - 2005). Es así como en la Gráfica 1 se visualiza el crecimiento de 2010 a 2017, sobre las áreas de cosecha tanto la producción de limones y limas en el territorio nacional.

Gráfica 1. Producción de limas y limones en México 2010 -2017



Fuente FAO 2019

**MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio tiene impacto para el municipio de Martínez de la Torre, localizado en la zona norte del estado de Veracruz, este municipio tiene una extensión territorial de 573.99 kilómetros cuadrados, entre los paralelos 19° 58' y 20° 17' de latitud norte; los meridianos 96° 56' y 97° 10' de longitud oeste; altitud entre 10 y 400 m. Limitando al norte con los municipios de Papantla y Tecolutla, al este y suroeste con el municipio de San Rafael, al sur con los municipios de Atzalan y Misantla y al noroeste con el municipio de Tlapacoyan y San José Acateno. En la Figura 1 se

aprecia la extensión del municipio. El clima que predomina es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano 79% (H. Ayuntamiento de Martínez de la Torre , 2019).

Figura 1. Mapa del municipio de Martínez de la Torre.



Fuente (H. Ayuntamiento de Martínez de la Torre , 2019)

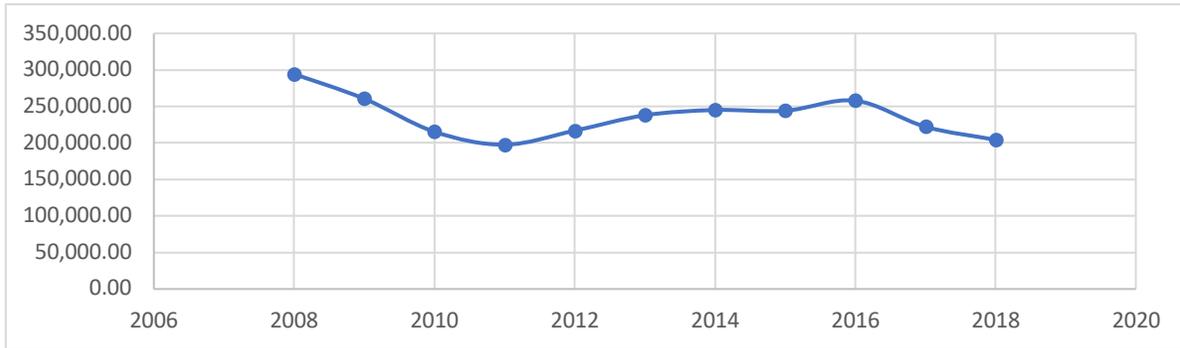
Por su parte en la República Mexicana los estados líderes en la producción de limón persa según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera son: Veracruz, Michoacán, Colima y Oaxaca quienes reúnen el 75% de la producción nacional (SAGARPA, 2018). En la Tabla 2 se encuentra la producción agrícola de 2008 – 2018 del limón persa (*citrus latifolia*) obtenida en el estado de Veracruz en el municipio de Martínez de la Torre.

Tabla 2. Producción agrícola de Limón Persa (2008 – 2018) del municipio de Martínez de la Torre, Ver		
AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN (Ton.)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
2008	294,246.02	504,316.69
2009	260,487.00	529,954.14
2010	215,292.00	539,451.78
2011	197,631.00	643,121.00
2012	216,833.10	548,192.33
2013	237,926.42	663,051.04
2014	245,111.00	820,516.55
2015	244,081.00	1,051,021.00
2016	257,912.10	1,099,879.96
2017	222,172.10	1,081,423.32
2018	204,234.38	1,115,953.33
PROMEDIO	235,993.28	

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018)

De los datos obtenidos por parte del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, se toman la Producción obtenida del 2008 – 2018 de limón persa (citrus latifolia), para analizar su comportamiento y tendencia.

Gráfica 2. Producción Agrícola de Limón persa del municipio de Martínez. de la Torre, Ver.(Ton.).



Fuente (SIAP, 2018)

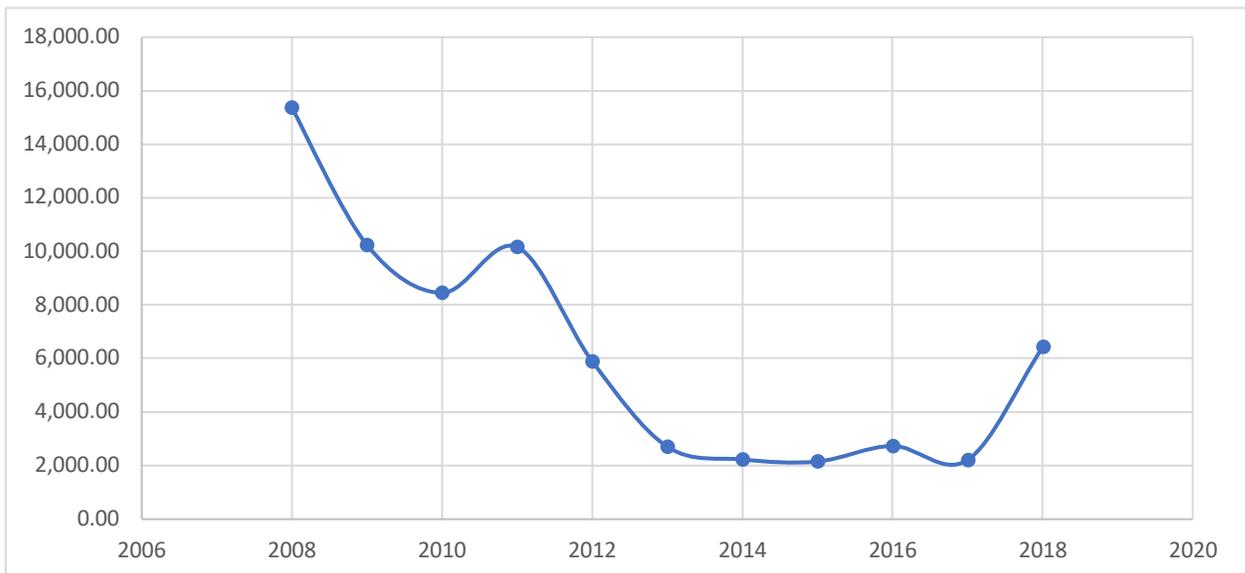
En la Gráfica 2 se visualiza una caída progresiva del 32.83% en la producción de 2008 -2011 al registrar 294,246.02 Ton., a 197,631.00 Ton. Sin embargo, para el 2012 la producción aumento a 216,833.10 impulsando un crecimiento de 9.7% con respecto a la producción de 2011, por su parte se mantuvo una tendencia de crecimiento hasta el año 2016 llegando a las 257,912.10 toneladas, representando un 30.5% con relación al registro más bajo en la producción de 2011. Finalmente, en 2017 la producción cayó a las 222,172.10 siendo una disminución significativa que aumento también para 2018 llegando a las 204,234.38 Ton.

Por otro lado, se encuentra la producción agrícola de 2008 – 2018 del limón persa obtenida en el estado de Colima en el municipio de Tecomán. En la Tabla 3 se encuentra la información obtenida

Tabla 3. Producción agrícola de Limón Persa (2008 – 2018) del municipio de Tecomán, Colima		
AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN (Ton.)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
2008	15,367.00	32,526.71
2009	10,233.94	17,356.76
2010	8,447.00	29,564.50
2011	10,157.50	40,497.95
2012	5,888.00	12,520.30
2013	2,700.00	11,938.75
2014	2,223.00	13,072.82
2015	2,145.00	11,863.05
2016	2,730.00	14,385.84
2017	2,205.17	13,476.35
2018	6,416.00	44,570.73
PROMEDIOS	6228.419091	

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018)

Grafica 3. Producción agrícola de Limón persa del municipio de Tecomán, Colima (Ton.).



La Gráfica 3 muestra una caída de 54.9% en la producción de 2008 hasta el 2010 pasando de 15,367.00 a las 8,447.00 Ton., alcanzando una recuperación para el

2011 del 66.1% con respecto a 2008, teniendo el registro de una producción de 10,157.50 Ton., para 2011. Sin embargo para el 2012 la producción decayó 45.85% con respecto al año anterior teniendo solo 5,888.00 Ton., sucediendo lo mismo para 2013 registrando una producción de 2,700.00 Ton. Entre 2014 a 2017 el mantenimiento del comportamiento de la producción se observa constante a la baja, siendo el año 2018 un año de recuperación para el limón persa de dicha zona llegando a 6,416.00 Ton.

En la Tabla 4 se observa un comparativo de la producción de los dos municipios en estudio de 2008 a 2018.

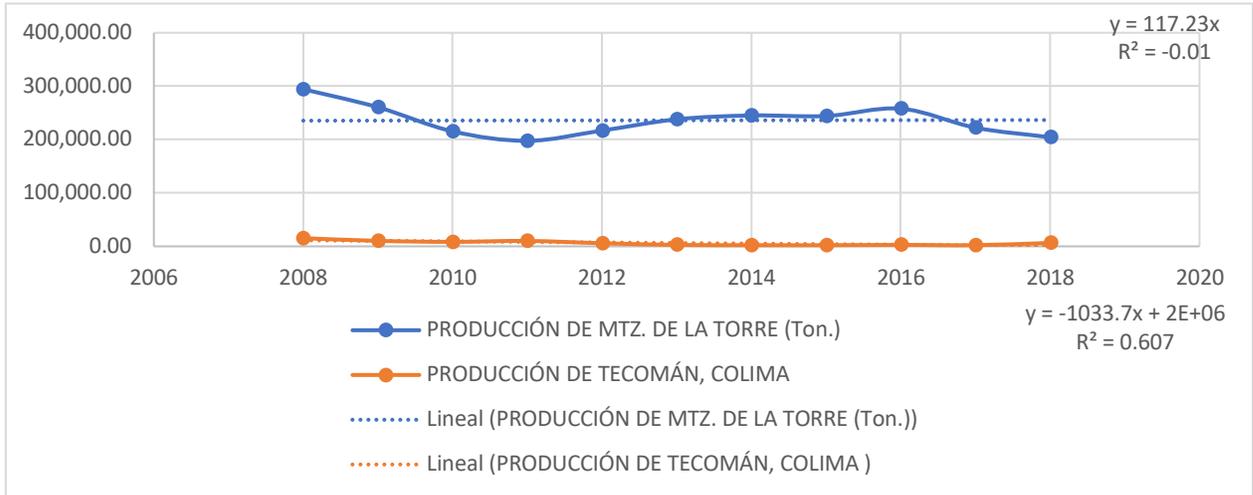
**Tabla 4. Comparativa sobre la producción del limón persa de los municipios de Martínez de la Torre y Tecomán**

AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN DE MTZ. DE LA TORRE (Ton.)	PRODUCCIÓN DE TECOMÁN (Ton.)
2008	294,246.02	15,367.00
2009	260,487.00	10,233.94
2010	215,292.00	8,447.00
2011	197,631.00	10,157.50
2012	216,833.10	5,888.00
2013	237,926.42	2,700.00
2014	245,111.00	2,223.00
2015	244,081.00	2,145.00
2016	257,912.10	2,730.00
2017	222,172.10	2,205.17
2018	204,234.38	6,416.00
<b>PROMEDIOS</b>	235993.2836	6228.419091

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018)

Ambos municipios han destacado en la producción de limón persa (citrus latifolia), a nivel nacional, en la Gráfica 4 se hace un comparativo sobre la producción de dicho fruto destacando Martínez de la Torre con mayor producción en el periodo de análisis.

Gráfica 4. Comparativo de la producción agrícola de limón persa de los municipios de Martínez de la Torre, Ver. y Tecomán, Colima (Ton.).



Fuente (SIAP, 2018)

**METODOLOGÍA**

A partir de las cifras históricas obtenidas sobre la producción del limón persa en los municipios de Martínez de la Torre y Tecomán, se determina su utilización para efectuar el pronóstico por medio del método de promedios móviles, como consecuencia del comportamiento cíclico de los datos obtenidos. Para dicho método se hace uso de la fórmula siguiente implementándolo con 11 datos:

Dónde:

Variable	Descripción
$\hat{\chi}_t$	Promedio en unidades del período t
n	No. de datos
$\Sigma$	Sumatoria de datos
Xt-1	Unidades reales de los períodos anteriores

DATOS:  
N= 11

FORMULAS:

$$\hat{\chi}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Se inicia con la producción del Municipio de Martínez de la Torre, al tener el registro de once años de 2008 a 2018, con el fin de realizar el cálculo del pronóstico, para conocer el mejor ciclo, lo que se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5. Prueba de cálculos para diagnosticar el mejor promedio a utilizar en la producción del municipio de Martínez de la Torre**

No. DE AÑO	AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN DE MARTÍNEZ DE LA TORRE (Ton.)	PRONÓSTICO DE UN PERÍODO DE 3 AÑOS (Ton.)	PRONÓSTICO DE UN PERÍODO A 2 AÑOS (Ton.)
1	2008	294,246.02		
2	2009	260,487.00		
3	2010	215,292.00		277366.51
4	2011	197,631.00	256,675.01	130243.5
5	2012	216,833.10	244,151.34	203805.005
6	2013	237,926.42	238,706.11	167024.2525
7	2014	245,111.00	246,510.82	185414.6288
8	2015	244,081.00	243,122.76	176219.4406
9	2016	257,912.10	242,779.90	180817.0347
10	2017	222,172.10	244,137.82	178518.2377
11	2018	204,234.38	243,346.83	179667.6362

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018)

En la tabla anterior se identifican dos pruebas para obtener un pronóstico más preciso, en primer lugar, se tomó como corte un lapso de cada dos años, para ver la aproximación a las cifras arrojadas por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, sin embargo, el pronóstico se aleja de la realidad. Una segunda prueba con el corte de cada tres años teniendo cálculos experimentales más cercanos a las cifras reales de producción arrojadas por el SIAP: 2019, es así que se opta por tomar como base al corte de cada tres años para desarrollar el pronóstico; las pruebas se realizan tomando el periodo de 2008 a 2018, en la columna marcada en amarillo se puede ver las cifras generadas.

En seguida de haber definido el periodo a considerar, se procede al cálculo del pronóstico de la producción de limón persa del municipio de Martínez de la Torre para el periodo 2019 a 2029, dicho pronóstico se visualiza en la Tabla 6.

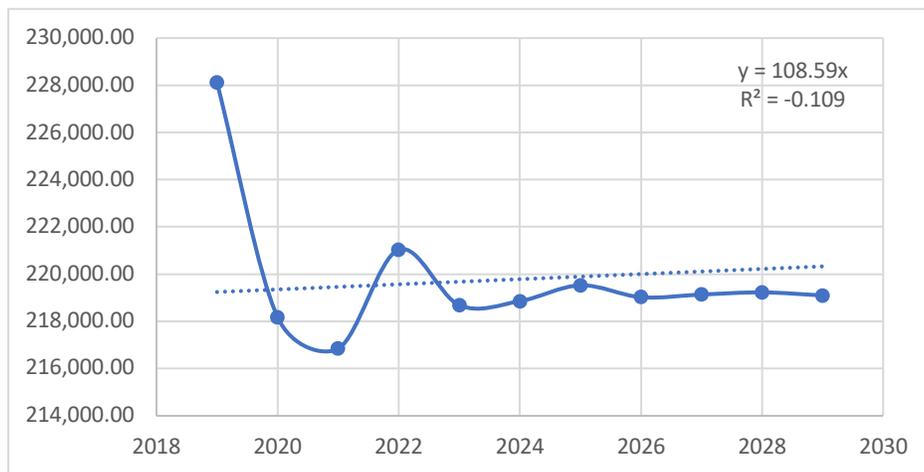
**Tabla 6. Pronóstico de la producción de limón persa de Martínez de la Torre, Ver.**

No. de año	Año de cultivo	Producción (Ton.)
1	2008	294,246.02
2	2009	260,487.00
3	2010	215,292.00
4	2011	197,631.00
5	2012	216,833.10
6	2013	237,926.42
7	2014	245,111.00
8	2015	244,081.00
9	2016	257,912.10
10	2017	222,172.10
11	2018	204,234.38
<b>12</b>	<b>2019</b>	<b>228,106.19</b>
<b>13</b>	<b>2020</b>	<b>218,170.89</b>
<b>14</b>	<b>2021</b>	<b>216,837.15</b>
<b>15</b>	<b>2022</b>	<b>221,038.08</b>
<b>16</b>	<b>2023</b>	<b>218,682.04</b>
<b>17</b>	<b>2024</b>	<b>218,852.43</b>
<b>18</b>	<b>2025</b>	<b>219,524.18</b>
<b>19</b>	<b>2026</b>	<b>219,019.55</b>
<b>20</b>	<b>2027</b>	<b>219,132.05</b>
<b>21</b>	<b>2028</b>	<b>219,225.26</b>
<b>22</b>	<b>2029</b>	<b>219,094.55</b>

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018) y (WALPOLE, 2007)

Es así como en la Tabla 6 se observa del año 12 al año 22, el pronóstico de la producción de limón persa del municipio de Martínez de la Torre, Ver., para los años comprendidos en el periodo de 2019 – 2029. Para visualizar de mejor manera los resultados arrojados se tienen la Gráfica 5.

Gráfica 5 Pronóstico de producción Agrícola de Limón persa del municipio de Martínez de la Torre, Ver. (Ton.).



Fuente (SIAP, 2018) (WALPOLE, 2007)

Las cifras en la gráfica anterior muestran un aumento en la producción de 2018 a 2019, manteniendo una estabilidad a la baja de 2020 a 2029, llegando a un cierre de 219,094.55 Ton.

Por otro lado, se realiza la misma metodología para el pronóstico de la producción de limón persa generada en Tecomán, Colima, al tener el registro de once años de 2008 a 2018, en la Tabla 7 se determina cuál será el mejor ciclo a tomar para realizar el cálculo del pronóstico.

**Tabla 7. Prueba de cálculos para diagnosticar el mejor promedio**

NO. DE AÑO	AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN (Ton.)	PRONÓSTICO DE UN PERÍODO DE 3 AÑOS	PRONÓSTICO DE UN PERÍODO A 2 AÑOS
2008	2008	15,367.00		
2009	2009	10,233.94		
2010	2010	8,447.00		12,800.47
2011	2011	10,157.50	11,349.31	11,517.21
2012	2012	5,888.00	10,010.08	12,158.84
2013	2013	2,700.00	9,935.47	11,838.02
2014	2014	2,223.00	10,431.62	11,998.43
2015	2015	2,145.00	10,125.72	11,918.23
2016	2016	2,730.00	10,164.27	11,958.33
2017	2017	2,205.17	10,240.54	11,938.28
2018	2018	6,416.00	10,176.84	11,948.30

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018)

En la tabla anterior se observan dos pruebas para obtener un pronóstico más preciso, se toma en primer lugar como corte un lapso de cada dos años, para ver la aproximación a las cifras arrojadas por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, sin embargo, el pronóstico se aleja de la realidad. Una segunda prueba con el corte de cada tres años teniendo cálculos experimentales más cercanos a las cifras reales de producción arrojadas por el SIAP: 2019, es así que se opta por tomar como base al corte de cada tres años; las pruebas se realizan tomando el periodo de 2008 a 2018, En la columna marcada en amarillo se puede ver las cifras generadas.

En seguida de haber definido el periodo a considerar, se procede al cálculo del pronóstico de la producción de limón persa del municipio de Tecomán, Colima para el periodo 2019 a 2029, dicho pronóstico se visualiza en la Tabla 8.

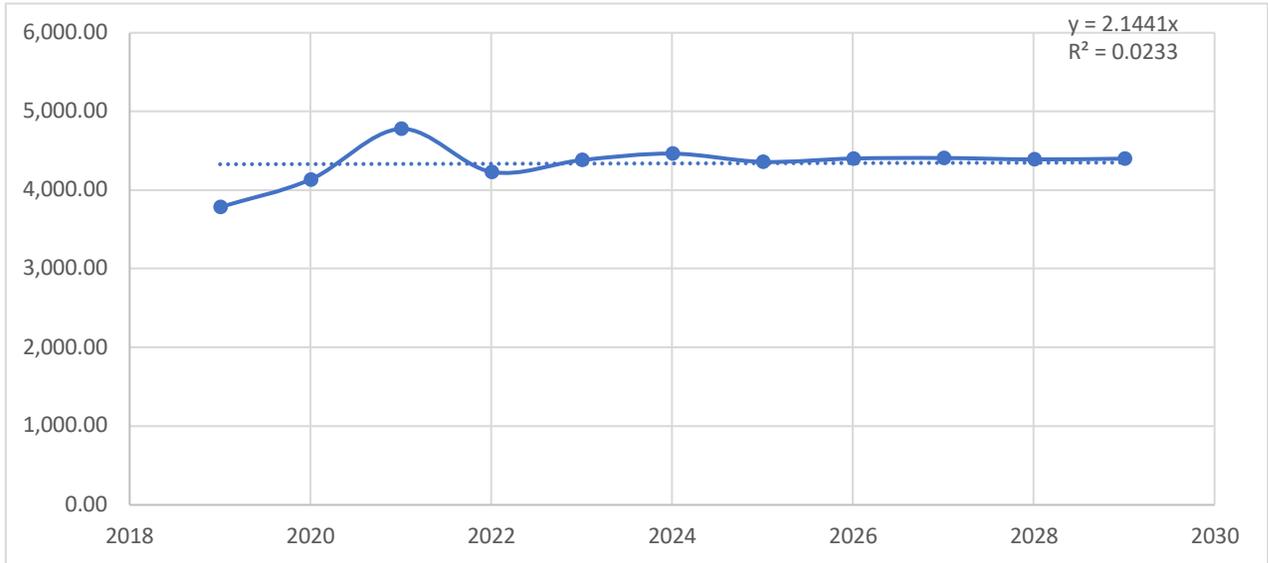
**Tabla 8. Pronóstico de la producción de limón persa de Tecomán, Colima.**

NO. DE AÑO	AÑO DE CULTIVO	PRODUCCIÓN (Ton.)
1	2008	15,367.00
2	2009	10,233.94
3	2010	8,447.00
4	2011	10,157.50
5	2012	5,888.00
6	2013	2,700.00
7	2014	2,223.00
8	2015	2,145.00
9	2016	2,730.00
10	2017	2,205.17
11	2018	6,416.00
12	2019	3,783.72
13	2020	4,134.96
14	2021	4,778.23
15	2022	4,232.31
16	2023	4,381.83
17	2024	4,464.12
18	2025	4,359.42
19	2026	4,401.79
20	2027	4,408.45
21	2028	4,389.89
22	2029	4,400.04

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018) y (WALPOLE, 2007)

Es así como en la Tabla anterior se observa del año 12 al año 22, el pronóstico de la producción de limón persa del municipio de Tecomán, Colima, para los años comprendidos en el periodo de 2019 – 2029. En la Gráfica 6 se visualiza de mejor manera los resultados arrojados.

Gráfica 6. Pronóstico de producción Agrícola de Limón persa del municipio de Tecomán, Colima (Ton.).



Fuente (SIAP, 2018) (WALPOLE, 2007)

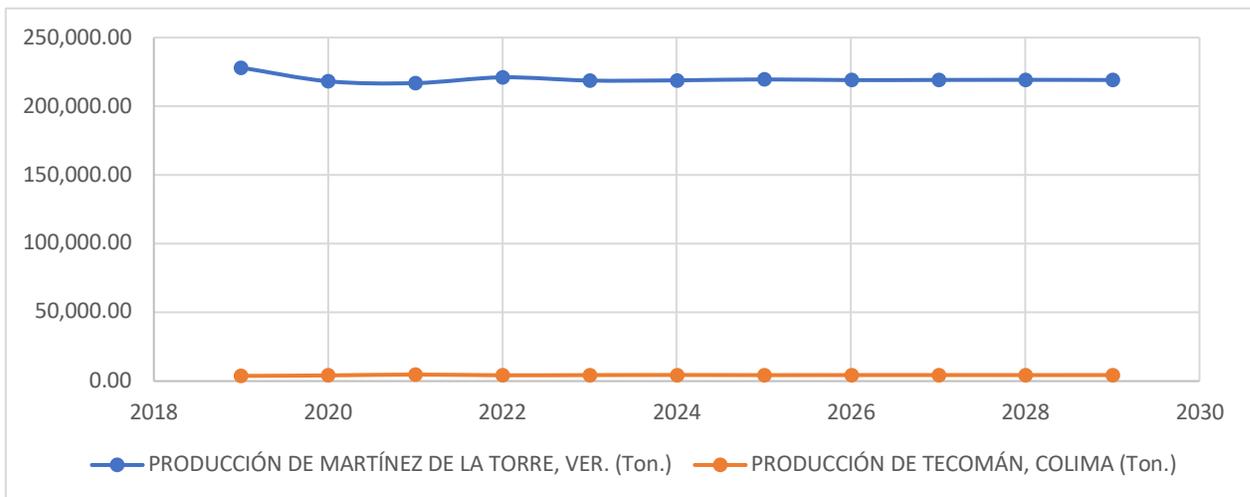
Las cifras en la gráfica anterior muestran un decremento en la producción de 2018 a 2019, teniendo 6,416.00 Ton., pasando a 3,783.72 Ton. manteniendo una estabilidad a la baja de 2020 a 2029, llegando a un cierre de 4,400.04 Ton. Después se procede a comparar los pronósticos de los dos municipios, estos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Pronósticos de producción de limón persa (2019 – 2029)			
NO. DE AÑO	AÑO DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN DE MARTÍNEZ DE LA TORRE, VER. (Ton.)	PRODUCCIÓN DE TECOMÁN, COLIMA (Ton.)
12	2019	228,106.19	3,783.72
13	2020	218,170.89	4,134.96
14	2021	216,837.15	4,778.23
15	2022	221,038.08	4,232.31
16	2023	218,682.04	4,381.83
17	2024	218,852.43	4,464.12
18	2025	219,524.18	4,359.42
19	2026	219,019.55	4,401.79
20	2027	219,132.05	4,408.45
21	2028	219,225.26	4,389.89
22	2029	219,094.55	4,400.04

Elaboración propia partir del (SIAP, 2018) y (WALPOLE, 2007)

Para visualizar mejor las cifras brindadas por el pronóstico se genera la Gráfica 7 con el fin de comprender la tendencia de la producción.

Gráfica 7. Pronóstico de producción Agrícola de Limón persa de los municipios de Martínez de la Torre, Ver., y de Tecomán, Colima(Ton.).



Fuente (SIAP, 2018) (WALPOLE, 2007)

En la gráfica anterior se identifican de primera instancia una clara diferencia en la producción entre los dos municipios, siendo Martínez de la Torre el líder en la comercialización internacional de este fruto. Por otro lado, el comportamiento de los pronósticos de la producción de los dos municipios es ir a la baja, manteniéndose constante en su movimiento.

### DISCUSIÓN

1. Con base a las cifras arrojadas la producción de limón persa en el municipio de Martínez de la Torre se da un incremento de 2018 a 2019 de 11.65 %, equivalente a 23,871.81 Ton., sin embargo, para el 2020 se proyecta una caída del 4.3% lo que equivale a 2,281.06 Ton., con respecto al año anterior. Cuyo comportamiento se manifiesta a lo largo del periodo. Se determina un cierre al 2029 de 219,094.55 Ton., para el municipio de Martínez de la Torre, Ver. Por su parte el municipio de Tecomán, Colima, de 2018 a 2019 presenta una baja de 58.8% llegando de 6,416 a 3,783.72 Ton. Teniendo una recuperación en 2020 de 351.24 Ton., existiendo una constante en su comportamiento para 2029 cerrando ese año en 4,400.04 Ton.

2. La producción de limón persa de Tecomán, Colima representa 2.84% de lo que se produjo en Martínez de la Torre, Ver. para 2018
3. La metodología de promedio móviles utilizada apoya el reflejo del comportamiento de las cifras brindadas previamente para diseñar el pronóstico.
4. Reforzando a las cifras generadas por los pronósticos en Martínez de la Torre, Ver., y Tecomán, Colima, es conveniente decir que hay factores cualitativos que marcan el camino de lo que será la producción, como las condiciones climatológicas, la respuesta a contingencias por parte de los agricultores, la inserción del uso de la tecnología al proceso del fruto, etc.
5. Finalmente se comprueba que el municipio de Martínez de la Torre sigue siendo un punto de referencia para la producción de limón persa (*Citrus latifolia*) a nivel nacional e internacional.

## **CONCLUSIONES**

Es así como el limón persa es un fruto cuya importancia económica, social en los últimos años llevo a posicionar a México como el primer productor a nivel internacional con 2 millones 187,257 toneladas en promedio cada año, cuyo destino es un mercado de exportación, la extensión limonera del país ocupa 14.8% de la superficie cosechada en el mundo y aporta 13.6% de la producción total, sin embargo, este cultivo se ha convertido en un cultivo ícono de México como resultado de las características que lo integran: la carencia de semilla, mayor tamaño, coloración y sus contenidos de ácidos (FAOSTAS – 2018).

Martínez de la Torre destaca por ser de gran volumen de producción y el reconocimiento de mercados internacionales como: EEUU, Europa, Japón, Corea a la hora de adquirir dicho fruto, destacando que en el mercado japonés solo se consume y se acepta limón persa que provenga de la zona de Martínez de la Torre. Siendo la siembra, cosecha, procesamiento y comercialización nacional e internacional la fuente laboral primordial de la zona de Martínez de la Torre como parte de la importancia y éxito de este fruto radica en el valor nutritivo, medicinal y en la cantidad de valiosos productos y subproductos que se obtienen en el proceso de industrialización.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- FAO. (5 de agosto de 2019). Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- H. Ayuntamiento de Martínez de la Torre . (5 de agosto de 2019). Martínez de la Torre . Obtenido de <https://www.martinezdelatorre.gob.mx/municipio/ubicacion/>
- INEGI. (25 de julio de 2018). Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017\\_pr es.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pr es.pdf)
- Just Trade Mex S.A de C.V . (2015). Limón Persa . Obtenido de <http://www.justtrademex.com/index.php/productos/limon-persa>
- SIAP. (5 de agosto de 2018). Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México . Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395303/Balanza\\_Comercial\\_Agropecuaria\\_y\\_Agroindustrial\\_enero\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395303/Balanza_Comercial_Agropecuaria_y_Agroindustrial_enero_2018.pdf)
- WALPOLE, M. Y. (2007). PROBABILIDAD & ESTADISTICA PARA INGENIERÍAS Y CIENCIAS. MÉXICO: PEARSON EDUCACIÓN.

# EVALUACION DE LA PRODUCCION DE MIEL DE ABEJA EN BASE A LOS METODOS DE EXTRACCION Y ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACION

MARTIN JULIÁN FERNÁNDEZ CUETO<sup>1</sup>, MAYTE PULIDO CRUZ<sup>2</sup>, MARGARITA LIMÓN MENDOZA<sup>3</sup>, ISABEL LIRA VÁZQUEZ<sup>4</sup>

## RESUMEN:

Se evaluó la producción de miel de abeja en los últimos años, en base al lugar que ocupa México en el contexto internacional, al considerar los métodos de extracción y las formas de comercialización. Se recopiló información documental analizando para ello diversas fuentes oficiales, estableciendo una categorización en la producción presentada en los últimos quince años por entidad federativa, observando las denominaciones reportadas, así como los volúmenes de producción alcanzados. Para la posición alcanzada en 2017 como el sexto lugar en producción y el tercero en exportación mundial de miel, se estimó una producción de 55 mil 900 toneladas, con un valor cercano a los mil 900 millones de pesos, anualmente. Podrá obtenerse un mayor ingreso al mejorar la eficiencia en el proceso de extracción, incorporando a las instalaciones y los equipos nuevas tecnologías que permitan atender este propósito, cumpliendo con los estándares de calidad vigentes.

Palabras clave: miel de abeja, métodos de extracción, estrategias de comercialización, estándares de calidad

## ABSTRACT:

The production of honey bee in recent years was evaluated, based on the place that Mexico occupies in the international context, when considering the extraction methods and the forms of commercialization. Documentary information was

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec martinjfc@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec mayte\_pulido@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec invicta650@hotmail.com

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec cpisalira@hotmail.com

collected by analyzing various official sources, establishing a categorization in the production presented in the last fifteen years by federal entity, observing the denominations reported, as well as the production volumes achieved. For the position reached in 2017 as the sixth place in production and the third in world honey export, a production of 55 thousand 900 tons was estimated, with a value close to 1,900 million pesos, annually. A higher income can be obtained by improving the efficiency in the extraction process, incorporating new technologies into the facilities and equipment and complying with current quality standards.

Keywords: honey bee, extraction methods, marketing strategies, quality standards

### **INTRODUCCIÓN.**

La apicultura es la técnica sustentable de crianza y cuidado de las abejas. A partir de ella, se obtienen diversos productos como la miel, la jalea real, el propóleo, la cera y el polen. En México la actividad se ha practicado desde tiempos prehispánicos, siendo de gran relevancia socioeconómica y ecológica. (CONANP, 24 de mayo de 2019)

Es por ello, que nuestro país se ha posicionado como uno de los principales productores y exportadores de miel a nivel mundial. La miel se clasifica por su origen botánico (especie de planta) y geográfico (región de dónde proviene). En este último contexto, México cuenta con cinco regiones definidas que producen una clase diferente de miel: la Región Norte, Región de la Costa del Pacífico, Región del Golfo, Región del Altiplano y la Región Sureste.

Por su origen botánico, se reconocen tres categorías:

- Monoflorales, de procedencia en flores de una misma familia, género o especie.
- Poliflorales, compuesta por néctar de varias especies vegetales.
- De mielada, obtenida de la secreción de las partes extraflorales.

Actividades económicas sustentables como la apicultura, contribuyen a la conservación de los recursos naturales, manteniendo el equilibrio de los ecosistemas y mejorando a su vez, la calidad de vida de las personas que viven en las comunidades.

Las abejas son los polinizadores más importantes en el mundo. Viven en colonias, donde se reparten las tareas bajo una organización social muy estructurada: reina, obreras y zánganos. Desde su colonia las abejas obreras vuelan de 1 a 30 km en busca de flores, para recolectar polen y néctar, permitiendo que las plantas, incluidos cultivos alimentarios, se reproduzcan. (CONANP, 20 de mayo de 2019)

Forman parte de un proceso fundamental para la supervivencia de los ecosistemas, esencial para la producción y reproducción de muchos cultivos y plantas silvestres, sin embargo, junto con otros polinizadores, como las mariposas, murciélagos y colibríes, se ven amenazados por las actividades del ser humano. Si las abejas son destruidas, los ecosistemas modificarán gradualmente su estructura y en un tiempo relativamente corto desaparecerían muchas especies vegetales.

La apicultura tiene una gran importancia socioeconómica y ecológica, ya que es considerada como una de las principales actividades pecuarias generadora de divisas y parte fundamental de la economía social. Generalmente esta actividad se asocia únicamente con producción de miel, polen, jalea real y propóleos, sin embargo, las abejas son fundamentales para un equilibrio del medio ambiente ya que al obtener el alimento de las flores fomentan en las plantas la capacidad de fecundarse. (CONANP, 26 de mayo de 2018)

Lo anterior se conoce como polinización cruzada, con ésta, las plantas generan el oxígeno suficiente para la vida, y, además, aumentan el rendimiento en los cultivos, lo que favorece un incremento en alimentos de origen vegetal, materia prima textil e insumos agropecuarios. En resumen, la apicultura es una de las actividades económicas y sociales más importantes a nivel mundial.

México ocupó el sexto lugar en producción y el tercero en exportación mundial de miel en el año 2017. Se calcula que en el país se produjeron 55 mil 900 toneladas de producto, con un valor estimado en mil 900 millones de pesos. (INES, 11 de mayo de 2017)

En lo que se refiere a la producción de miel dentro del Sector Social de la Economía, se estima que en 30 estados del país se han organizado cerca de 900 grupos de apicultores, que agrupan a más de 24 mil productores de miel, siendo Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Yucatán y Oaxaca los principales estados productores.

La producción de miel en México se incrementó en cinco mil toneladas durante el primer cuatrimestre del año 2018, al alcanzar las 19 mil toneladas, lo que representó un 34.7 por ciento más que el volumen conseguido durante el mismo periodo del 2017, cuando se produjeron 14 mil toneladas. (SADER, 10 de junio de 2018)

Factores climáticos favorables para la flora néctar-polinífera principalmente en la Península de Yucatán, favorecieron la producción y cosecha de miel durante los primeros meses del 2018. Asimismo, en los últimos cinco años se promedió una producción anual de 57 mil toneladas. El Valor de la Producción de miel en México, se estima en dos mil 300 millones de pesos y en los cinco años recientes se promedió una exportación anual de 34 mil toneladas y, en el 2017, el valor de las ventas al extranjero de este endulzante fue de casi 105 millones de dólares.

#### **DESARROLLO.**

Con el propósito de avanzar hacia la autosuficiencia alimentaria y fortalecer la producción de miel en el país, el Senasica y representantes de la Asociación Mexicana de Exportadores de Miel de Abeja, A.C. (AMEMAAC) definieron líneas de acción, destacando en los acuerdos alcanzados temas de trazabilidad, normatividad y el correcto uso de agroquímicos para proteger a las abejas y la calidad de la miel que se produce en las principales regiones apícolas de Jalisco, Chiapas, Veracruz, Yucatán, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo, entre otros. (SENASICA, 20 de abril de 2019)

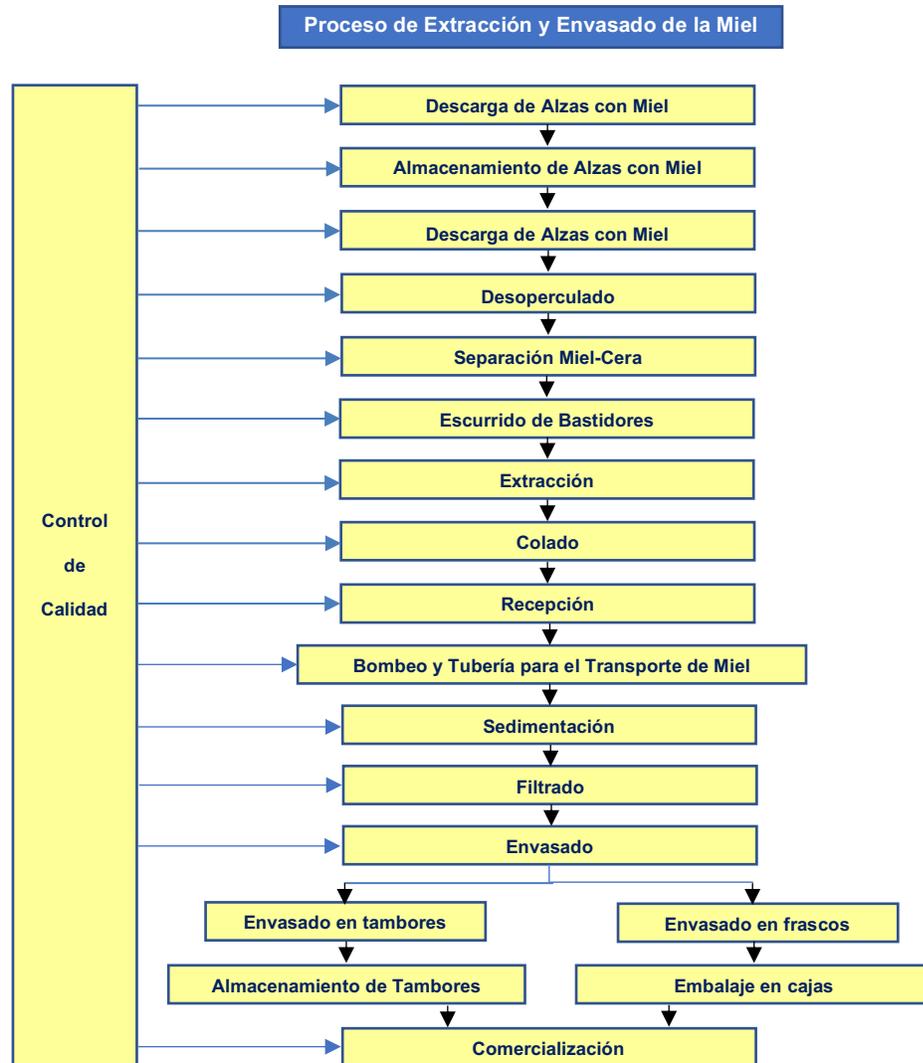
Una de las primeras acciones que se concretó fue poner a disposición de los integrantes de la Asociación, los laboratorios del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (Cenapa) del Senasica, a fin de verificar la presencia de residuos tóxicos y contaminantes en la miel y certificar su inocuidad, con lo cual, agregan valor a su producto y se protege la salud pública.

Asimismo, el Senasica promoverá la implementación de programas de inocuidad y buenas prácticas de producción apícola en los procesos de producción de miel; vigilará la aplicación de la regulación mexicana y protegerá la salud de las abejas y colmenas, a través de la aplicación las campañas y programas específicos

enfocados a disminuir el riesgo de plagas y enfermedades que pudieran afectar la producción de miel en el territorio nacional.

Respecto de Métodos de extracción y envasado, los apicultores deben observar estrictamente lo señalado en las Prácticas Seguras en el Sector Agroindustrial para la Producción de Miel, emitido por la STPS (STPS, 2015), resumido según figura 1.

Figura 1. Operaciones del proceso de Extracción y Envasado de la Miel.



Fuente: Propia.

1. El proceso de extracción. Inicia desde la cosecha, donde para verificar que los panales de las alzas tengan miel madura debe tomar en cuenta el porcentaje de operculación del panal, aplicando los siguientes criterios para considerarla apta para la cosecha: panales operculados en un 90% en zonas del norte y altiplano y en un

100% en zonas tropicales y subtropicales; se evitará cosechar panales que además de miel contengan cría. Una vez retirado el marco con miel, colóquelo dentro del alza de cosecha, evitando que tenga contacto con el suelo. Para desalojar a las abejas de las alzas con miel se puede utilizar el cepillo para el barrido, sacudido manual, aplicación mecánica de aire o bien utilizar tapas negras con sustancias no contaminantes como aldehído benzoico o anhídrido butírico. No utilizar ácido fénico o esencia de mirbana como repelentes, ya que contaminan la miel y son cancerígenos para el apicultor.

En el manejo de las alzas con miel no utilizar ahumadores con combustibles como diésel, petróleo y chapopote o materiales impregnados con productos químicos, pinturas, resinas o desechos orgánicos como el estiércol. Se deben usar materiales no contaminantes como olotes, viruta de madera, ramas y hojas secas. Una vez que las abejas fueron desalojadas de las alzas estas se retiran de la cámara de cría para ser colocadas en la plataforma del transporte la cual deberá lavarse previamente. Las alzas con miel deben colocarse sobre charolas salva-miel lavables y limpias. La miel que se recupere en las charolas salva-miel no deberá mezclarse con la miel extractada.

Cosechadas las alzas deben colocarse en estibas de hasta 10, cubriendo la última con una tapa exterior para que no se contamine la miel con polvo, insectos y abejas pilladoras. Finalizada la carga de alzas deberán protegerse con una lona limpia y se atarán para evitar que se muevan en el trayecto del apiario al establecimiento de extracción de miel. Los utensilios deben lavarse con agua limpia y detergente biodegradable, así como las manos de los trabajadores al término de cada operación. El sitio donde se descarguen y almacenen las alzas con miel deberá tener piso lavable y estar limpio. (SAGARPA, 2015) Este deberá estar cerrado y protegido de polvo e insectos. La extracción se realizará en dos modalidades:

1.1 La Extracción en campo. En caso que el apiario sea de muy difícil acceso debido a las condiciones geográficas, como en algunos lugares selváticos y serranos de la república mexicana; la extracción de miel se puede hacer usando salas de extracción portátil, con el fin de cuidar la higiene durante el proceso. Estas salas portátiles deben estar provistas con mallas que aislen de abejas, insectos, polvo,

hojas y ramas; se recomienda además contar con un espacio destinado a la limpieza y desinfección de manos. La sala estará diseñada con materiales fáciles de lavar y desinfectar, así como suficiente espacio para colocar el extractor, banco desoperculador (ambos de acero inoxidable grado alimentario) y tanque fenolizado o de acero inoxidable grado alimentario.

1.2. Uso de salas de extracción establecidas. Similar al procedimiento de extracción en campo, una vez que las abejas fueron desalojadas de las alzas se retiran de la cámara de cría para colocarse en la plataforma del transporte la cual deberá lavarse previamente. Una vez que las alzas lleguen al establecimiento fijo de extracción, se deberá cuidar las indicaciones contenidas en el Manual de Buenas Prácticas de Manejo y Envasado de la Miel.

2. Dentro de las estrategias de comercialización, el bajo consumo per cápita de miel y los elevados volúmenes de producción interna son, entre otros aspectos, condiciones que le dan al país su vocación exportadora, cuya contribución en este rubro lo ubica en el tercer lugar mundial (Magaña, Tavera, Salazar y Sanginés, 2016). No obstante, el nivel de competencia entre países exportadores por mejores mercados, la exigencia de los países importadores por disponer de productos inocuos y de mayor calidad, obliga al productor tanto a adoptar o modificar sus formas tradicionales de manejo de la colmena, así como adquirir nuevos insumos para alimentar a las colonias o para solucionar los problemas sanitarios; acciones que repercuten en el costo de producción y riesgo de contaminación de la miel.

Mediante un sistema de aseguramiento de calidad es posible mejorar la oferta de productos o servicios para los clientes, cumpliendo una parte o la totalidad de los requisitos que establece la metodología. Para poder estar en condiciones de competir respecto a otros proveedores, es necesario darles mayores garantías a los clientes potenciales, tanto en términos de costos, como en tiempos de entrega y servicio posventa, por lo que contar con los elementos del sistema de calidad, es un indicador de que nos encontramos en camino a la calidad.

Se debe potenciar el hecho de que la miel mexicana, es muy apreciada a nivel internacional debido a sus cualidades aromáticas, sabor y consistencia. Desde la miel cremosa del Altiplano, cosechada en otoño, las mieles de azahar de primavera

---

de Veracruz y Tamaulipas, la miel de campanita de Oaxaca, Puebla y Guerrero, hasta las aromáticas mieles de la península, como Haabín, Tzitzilche, Xtabentun y Tajonal, también la miel de mangle de las diferentes costas mexicanas. Toda la miel mexicana, tiene un mercado que puede ser nacional, pero principalmente el internacional, ya que se exporta más del 60% de la producción nacional. (Soto, Elizarrarás y Soto, 2017)

Por su alto contenido de azúcares, la miel proporciona energía. Además de ser una fuente importante de vitaminas y minerales, contiendo una pequeña cantidad de proteínas. Generalmente la miel es consumida directamente en la alimentación, también es utilizada en la elaboración de jarabes, caramelos, galletas, pasteles, vinos, etc. En cosmetología, es un ingrediente importante en la fabricación de cremas, mascarillas, lociones, jabones y shampoos. La miel que dan las abejas sin aguijón (meliponas), en todo México siempre ha sido muy apreciada por sus propiedades curativas. Se usa, por ejemplo, contra las molestias de la gripe y la garganta, padecimientos de los ojos, moretones, dolores durante el embarazo y debilidad general después del parto.

El mercado de la Unión Europea representa precios unitarios de exportación por encima del promedio internacional y una demanda segura. No obstante, esta tendencia mantiene una situación de concentración hacia destinos que representan un modelo de comercialización poco novedoso, que torna difusos los efectos positivos de la agregación de valor en origen y que en el contexto internacional pierde cada vez más terreno. China mantiene el primer lugar entre los países exportadores, con una participación de mercado de 12.4%, lo que representa más de 288 millones de dólares, con productos de bajo precio. (FORDECYT, 2018-01)

Nueva Zelanda es ejemplo exitoso de desarrollo de la apicultura moderna. Este país ha capitalizado su éxito en el comercio externo, hasta disputar la segunda posición con Argentina en valor exportado de miel, con base en la diferenciación y calidad del producto.

En 2015, Estados Unidos se sostuvo como el principal importador mundial de miel, con compras superiores a los 600 millones de dólares, seguido de Alemania, cuyas

importaciones ascendieron a 87 mil toneladas, con un valor de 325 millones de dólares. Estos países cubren el 40% del total de las importaciones mundiales.

Además de Estados Unidos y Alemania se destacan entre los principales compradores de miel, el Reino Unido, Francia, Bélgica, Italia, España, Polonia y Países Bajos en Europa y Japón, China, Arabia Saudita, en Asia y África, concentrando en conjunto el 37.8 (%) de valor de las importaciones mundiales.

### **EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

La cosecha de la miel se realiza para recolectar la miel madura contenida en los panales de los bastidores de alzas de las colmenas. Para evitar la fermentación de la miel es necesario que los panales se encuentren operculados entre un 90 y 100%, es decir que las celdas donde se encuentra la miel estén cubiertas por una ligera capa de cera o asegurarse de que ya esté madura lo cual puede determinarse en campo mediante la aplicación de unas ligeras sacudidas al panal, si la miel no cae es porque está lista para ser cosechada.

La miel es un producto alimenticio y como tal, el proceso de obtención requiere prácticas de higiene muy cuidadosas. Por esta razón el lugar destinado a la extracción de miel sólo debe servir para esta operación y estar libre de todo lo que sea ajeno al proceso, de preferencia se debe mantener a temperatura de la miel a 28 °C. El proceso de extracción lo lleva a cabo el propio apicultor en pequeñas salas móviles de extracción ubicadas cerca de los apiarios o en las instalaciones de los mismos.

Para la extracción de la miel el sistema más utilizado es la centrifugación de los panales mediante el uso de extractores, ya sean manuales o eléctricos. Antes de colocar los bastidores en el extractor y que se pueda extraer la miel es necesario desopercular los bastidores; es decir debe quitarse la capa de cera que recubre las celdas ya sea mediante el uso de cuchillo desoperculador o mediante un cuchillo normal el cual es calentado a baño María, ya que caliente puede cortar con mayor facilidad la cera que sella la celdilla del bastidor.

Durante la Extracción se obtiene la miel madura, a través de la fuerza centrífuga que se aplica mediante el uso de un extractor, el cual es un recipiente cilíndrico de

capacidad variable, sobre cuyo eje se coloca una canastilla en la que se depositan los bastidores desoperculados. Cuando la extracción se realiza a un costado de los apiarios, generalmente se utilizan extractores manuales, mientras que cuando esta actividad se lleva a cabo en las instalaciones de las agroindustrias o en casa de los apicultores pueden utilizarse extractores accionados por energía eléctrica. (figura 2). Para evitar la contaminación de la miel es necesario que el extractor esté fabricado con acero inoxidable grado alimentario. Esto se pudo constatar en visita a la empresa Miel Nativa, de la Unión de Apicultores del Bajo Mixe, quienes permitieron conocer lo dispuesto en el área de extracción y envasado de la misma.

Figura 2. Extractor de 120 bastidores.



Figura 3. Filtro colador doble



La miel extraída se pasa por un filtrado, que consiste en un colador doble, donde su parte superior es una malla más amplia que la inferior. (figura 3) La filtración debe realizarse por gravedad para impedir que las impurezas tapen la malla. La miel es depositada en tanques de sedimentación donde las impurezas tenderán a subir a la superficie, allí son retiradas y queda la miel pura lista para ser envasada. (figuras 4 y 5)

Al tenerse implementados los equipos de extracción para obtener la miel líquida, como máquinas centrifugadoras de bastidores, se mejora el rendimiento por colmena cosechada. Por la disposición de montaje de los bastidores, las máquinas centrifugadoras pueden ser de dos tipos: radial y tangencial, frente a la alternativa del método de prensado manual usado de manera más rústica.

Figura 4. Tanques de sedimentación (fondo).



Figura 5. Almacenamiento en tambores



La producción de miel a nivel mundial ha presentado altibajos en los últimos 15 años de monitoreo, tal como se muestra en la figura 6. A pesar de ello, la producción presentó una recuperación récord en el año de 2018, por lo que se espera una tendencia al alza, a pesar de los problemas presentados en la república mexicana en este año. Para aprovechar las oportunidades que lo anterior sugiere, se requiere de sistemas de producción altamente tecnificados y modelos de operación y de negocios novedosos que permitan responder a los requerimientos específicos de mercados de oportunidad y de alto valor, con productos diferenciados, de calidad y valor agregado.

Para ello es necesario articular una cadena de valor regional que, con la participación de pequeños productores, genere más y mejores oportunidades de ingreso, contribuya al desarrollo económico y social de los municipios involucrados y aproveche la infraestructura científica y tecnológica disponible. Se pudo verificar que el uso de máquinas centrifugadoras de bastidores dispuestos radialmente mejora la extracción de la miel, mostrando mejores resultados respecto de las máquinas centrifugadoras con disposición tangencial de bastidores y, obviamente, respecto de la extracción manual.

Figura 6. Producción de miel en México durante los últimos quince años.



Fuente: Propia, con datos de FAOSTAT 2016 y STATISTA 2019.

La diversificación de productos derivados de la miel, además de las variantes como producto alimenticio, permiten la maquila de aplicaciones en belleza, cosmetología y medicina alternativa. Esto permite un mayor esquema de comercialización en el mercado interno, así como una ventana a las exportaciones, al contar con productos de origen natural con alto valor agregado.

Adicionalmente, se podrá incursionar en la producción de Miel orgánica, cuya demanda es impulsada por el temor de los consumidores a plaguicidas, antibióticos y otros productos agroquímicos, por lo que buscan que sea producida y empacada de acuerdo con regulaciones públicas y privadas referentes a la miel y productos orgánicos y sea certificada por organismos oficiales.

### **CONCLUSIONES.**

Se deberá dar seguimiento cercano a los sistemas de gestión de la calidad en las etapas de extracción y envasado de la miel, para garantizar el alcance de los estándares de calidad esperados, desde la descarga y almacenado de alzas con miel, pasando por el Desoperculado y la separación de la miel y cera, escurrido de bastidores, extracción, colado, sedimentación, filtrado y envase. Esto para efectivamente poder estar en condiciones de competir respecto a otros proveedores, siendo necesario darles mayores garantías a los posibles clientes, tanto en términos de costos, como en tiempos de entrega y servicio posventa.

Se debe potenciar el hecho de que la miel mexicana, es muy apreciada a nivel internacional debido a sus cualidades aromáticas, sabor y consistencia. La miel se comercializa a granel en contenedores de 300 kg, sus productores no disponen de un sistema de control de calidad estandarizado ni de diferenciación de marca por empresas mayoristas que son capaces de acopiar la miel de pequeñas unidades productoras.

Se vislumbra un nicho de oportunidades para que empresas mexicanas puedan realizar acopio de la miel de pequeñas unidades productoras, y la puedan colocar en mercados de Norteamérica y Europa, cuidando meticulosamente la calidad que requieren los consumidores del producto en estos mercados, a través del cumplimiento de la Buenas Prácticas de Producción de Miel. Esto contribuirá al

desarrollo económico y social de los municipios involucrados, aprovechando la infraestructura científica y tecnológica disponible.

Podrá considerarse un producto con mayor valor en el mercado internacional, al producirse y empacarse de acuerdo con regulaciones públicas y privadas, la miel y los productos orgánicos derivados susceptibles de certificarse por organismos oficiales: la Miel orgánica.

Agradecimientos: Los autores agradecen al TecNM-I.T. de Tuxtepec el apoyo económico recibido para la realización del presente proyecto.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 24 de mayo de 2019). <https://www.gob.mx/conanp/articulos/apicultura-un-trabajo-muy-dulce>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 20 de mayo de 2019). <https://www.gob.mx/conanp/articulos/dia-mundial-de-las-abejas-200948?idiom=es>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 26 de mayo de 2018). <https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura?idiom=es>
- Instituto Nacional de Economía Social (INES, 11 de mayo de 2017). <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/conoce-detalles-de-la-produccion-de-miel-dentro-de-la-economia-social?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 10 de junio de 2018). <https://www.gob.mx/agricultura%7Cchiapas/articulos/aumenta-34-por-ciento-la-produccion-de-miel-mexicana-en-el-primer-cuatrimestre-del-ano-160747>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 20 de abril de 2019). <https://www.gob.mx/senasica/prensa/trazan-sader-y-productores-de-miel-lineas-de-accion-para-fortalecer-el-sector-apicola-197654>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2015). PRODUCCIÓN DE MIEL. Prácticas Seguras en el Sector Agroindustrial. México D.F. STPS.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2015). MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL. México D.F. SAGARPA.
- Magaña Magaña, Miguel A. Tavera Cortés, María E. Salazar Barrientos, Lucila L. y Sanginés García, José R. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7 (5). 1103-1115.
- SOTO-MUCIÑO, Luis Enrique, ELIZARRARAS-BAENA, Ramón y SOTO-MUCIÑO, Ivonne. (2017). Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*. 3 (7). 40-64.
- FONDO INSTITUCIONAL DE FOMENTO REGIONAL PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y DE INNOVACIÓN FORDECYT. (Demanda 2018-01). Ecosistema regional de innovación y emprendimiento apícola para la producción de miel para mercados finales de alto valor y el desarrollo de una cadena de valor competitiva, rentable y sustentable, con pequeños productores de la región Occidente de México. <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-abiertas-fordecyt/fordecyt-2018-01/16743-anexo-5-3-demanda-2018-01/file>

Martínez-González, Enrique Genaro. Pérez-López. Hernán. (2013). La producción de miel en el trópico húmedo de México: avances y retos en la gestión de la innovación. Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo.

---

# ANÁLISIS RETROSPECTIVO Y PROSPECTIVO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO EN MÉXICO

VANESSA ZAMUDIO VÁZQUEZ<sup>1</sup>, VÍCTOR HUGO BERDÓN CARRASCO<sup>2</sup>, JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ  
CORTÉS<sup>3</sup>

## RESUMEN

Se realiza un análisis del desarrollo del sector agroalimentario en México de 2012 a 2018 para identificar los productos agroalimentarios con mayor demanda internacional y los orígenes de este crecimiento. Para ello, se analizaron las bases de datos oficiales del sector agroalimentario en el periodo y se aplicó un cuestionario a 30 productores agropecuarios y pesqueros. Por su volumen de exportaciones y los ingresos atraídos, los productos mexicanos más exitosos en el mundo de 2012 a 2018 fueron: cerveza, aguacate, jitomate, tequila y frutos rojos. Se discuten las perspectivas de estos productos para mantenerse en el mercado internacional en el futuro, para lo que se sugiere establecer alianzas estratégicas, fomentar las asociaciones de productores a diferentes niveles, así como promover la capacitación y la elaboración de proyectos especializados. Se concluye que los productos agroalimentarios con mayor demanda internacional del sector agroalimentario en México de 2012 a 2018 fueron proyectados por el prestigio y la calidad de origen - como es el caso del aguacate y el tequila-, o bien por cadenas agroalimentarias exitosas en gran escala - para el caso de cerveza, jitomate y frutos rojos.

Palabras Clave: agronegocios, comercio internacional, competitividad, volumen de exportaciones.

---

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana vaneh4445@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Veracruzana viberdon@uv.mx

<sup>3</sup> Universidad Veracruzana avillagomez@uv.mx

## INTRODUCCIÓN

Producción de miel en México durante los últimos quince años. de Jalisco, aunque el cultivo del agave se estableció en el entonces corregimiento de Tequila en el primer tercio del siglo XVIII (De León Meza, 2017). Si bien se considera ampliamente la "bebida nacional" de México, se consume más tequila en los Estados Unidos que en México (Gaytan, 2011). El tequila es el producto mexicano con denominación de origen más exportado, del cual se venden poco más de 104 millones de litros cada año (CRT, 2019). Cada año se exportan a los Estados Unidos más de 150 millones de litros, que es el principal país consumidor de tequila en el extranjero, seguido de lejos por España (3.9 millones) y Francia (2.8 millones de litros), aunque se comercializa en más de 100 países. En 2017, el valor de la producción nacional de agave tequilero fue de 14,114 millones de pesos, de los cuales 82.6% correspondió a los agricultores jaliscienses (CNIT, 2018). De los productos agroindustriales que México exporta, el tequila ocupa el segundo lugar por el monto económico que reporta su venta, cercana a 1500 millones de dólares anuales (SIAP, 2018a). La producción de tequila por empresas extranjeras tuvo una inversión de 100 millones de dólares que implicó el control de casi 100 millones de litros que se exportan principalmente a los Estados Unidos (Martínez-Gándara, 2008).

Martínez-Gándara (2008) hace una crónica de las vicisitudes del tequila. Así, desde los años cincuenta y sesenta, el tequila empezó a tener demanda internacional, por lo que algunas destilerías empezaron a exportar a Estados Unidos. Sin embargo, la demanda internacional generó una competencia desleal, por ejemplo, Japón produjo una bebida de agave a la que denominó tequila y que vendía en los Estados Unidos mientras que España elaboraba tequila en ocho destilerías y lo comercializaba como Marca Pachuca. En 1974 el gobierno mexicano obtuvo la denominación de origen para la región denominada productora de agave y la indicación geográfica para el tequila, convirtiéndolo en el más antiguo y uno de los mejor reconocidos, fuera de Europa.

El tequila es un caso particularmente influyente; no solo es la indicación geográfica más antigua fuera de Europa, también es una de las indicaciones geográficas no

europeas con más éxito económico (Bowen y Zapata, 2008). El caso del tequila es un modelo por muchos países latinoamericanos que intentan establecer una protección a su indicación geográfica (Barnette, 2012). No obstante, también atajo la atención de grandes trasnacionales, por lo que con los años ocurrieron diversas alianzas, fusiones y adquisiciones. Según Gaytan (2014), el prestigio actual asociado con el tequila resulta de una variedad de circunstancias históricas, políticas y económicas dentro y entre México y los Estados Unidos. En particular, apunta que las transformaciones tuvieron lugar en tres fases clave, incluidas las del tequila: (1) el aumento de los lazos con la identidad nacional en México; (2) cambio de percepción - pasar de lo temido a lo divertido - en los Estados Unidos; y (3) obtener apoyo respaldado por el estado y protección legislativa. Martínez-Gándara (2008) arguye que el incremento de la venta de tequila obedece al control que las empresas trasnacionales poseen logrado a través de la manipulación y control de la venta del tequila.

Desde otra óptica, la producción y exportación de tequila es sorprendente debido a las dificultades que en algunos momentos se han enfrentado por la escasez de materia prima, así como la presencia de enfermedades bacterianas (*Erwinia carotovora*) y fúngicas (*Fusarium oxysporum*) (Dalton, 2005). Bowen y Zapata (2009) encontraron que los ciclos persistentes de exceso y escasez de agave y las relaciones de producción cambiantes en la industria del agave-tequila han llevado a inseguridad económica entre los hogares agrícolas y a un mayor uso de insumos químicos, a expensas de prácticas de cultivo más intensivas en mano de obra; y disminución general en la aplicación de fertilizantes, en especial durante los períodos en que hay un excedente de agave. Los efectos negativos de la industria del agave y el tequila en la economía local y el medio ambiente se deben al fracaso de la indicación geográfica para que el tequila valore las formas en que el terruño de la región de origen del tequila ha contribuido a sus propiedades específicas.

En temas que originalmente eran de producción artesanal, como la industrialización de productos, es importante revisar el impacto ecológico y social de dicha industrialización, ya que la globalización genera más demanda de los productos, y crea nuevas necesidades en los consumidores, pero el crecimiento desmedido de

los plántíos (de agave, por ejemplo) genera problemas en la producción a largo plazo (Zizumbo-Villarreal et al., 2013). Más allá de los argumentos ecologistas, no es sano que los productos se queden sin materia prima, ya que eso lleva a crisis de las empresas y se refleja en la economía local y mundial. En consecuencia, al analizar la viabilidad de la industrialización de un producto, no solo se deben considerar aspectos financieros sino también hacer un análisis integral, para encontrar estrategias óptimas para el desarrollo de las comunidades y la preservación de las materias primas (Millán Vázquez de la Torre et al., 2014; Gaytán y Bowen, 2015).

### AGUACATE

El aguacate es uno de los principales cultivos de exportación de México y el segundo mayor generador de ingresos extranjeros al ser el segundo producto del campo más exportado de México (SIAP, 2018). México aportó el 48% del total de las exportaciones mundiales de aguacate en 2016, cuatro veces más que en 1990 (FAOstat, 2018). Este fruto tiene gran demanda, por su consistencia y sabor, y se exporta a 34 países, no obstante, el 80% de las exportaciones aguacateras tiene como destino a los Estados Unidos de América; a su vez, en 2018, México suministró el 87% de los aguacates importados a los Estados Unidos (USDA, 2019). En menor grado, el aguacate mexicano se exporta a Canadá, Japón, Países Bajos, Francia, El Salvador, Países Bajos y China. Con compras de alrededor de 15,000 toneladas anuales, Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia son prospectos para la comercialización de este fruto mexicano (SAGARPA. (2017a). México es el productor número uno del mundo de aguacate con un promedio anual de 1.4 millones de toneladas (UNCTAD, 2014).

En 1914 entró en vigor una cuarentena que prohibió la entrada de aguacates mexicanos en el mercado estadounidense por riesgo de infestación de plagas. Después del inicio de las negociaciones para el Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1991, la prohibición de importación se redujo parcialmente en 1995, lo que permitió el acceso de México a la parte noreste de los Estados Unidos durante cuatro meses de invierno (Bakshi, 2003 ). La prohibición se eliminó gradualmente de 1997 a 2007, y como resultado las exportaciones a los Estados

Unidos aumentaron cuando se permitió a todos los estados importar aguacates (Peterson y Orden, 2008).

En 2017 se recolectaron poco más de dos millones de toneladas de aguacate. Las entidades con mayor volumen de cosecha son: Michoacán, Jalisco, México, Nayarit y Morelos, que en conjunto aportan 95% de la producción total del país. No obstante que el 82.7% del valor de la producción nacional del fruto corresponde a Michoacán, Jalisco y el Estado de México están incrementando su volumen (SIAP, 2018a). El fruto de mayor preferencia en el mundo es el aguacate Hass, desarrollado en California y resultado de un híbrido obtenido de una variedad mexicana y otra guatemalteca (Salazar-García et al., 2016).

La producción mexicana de aguacate es un referente de calidad y productividad a nivel internacional, con lo que México afirma su liderazgo mundial en la exportación del fruto. El monto económico que deriva su venta externa, lo ubica como el segundo productor mexicano que más divisas genera al país. Aunado a ello, México tiene el potencial para aumentar su producción de aguacate de dos millones de toneladas métricas en la actualidad a poco más tres millones de toneladas métricas para 2030 (SAGARPA, 2017a); para ello, México ha desarrollado un plan estratégico que cubre toda la cadena de valor. Las estrategias de producción incluyen una mayor capacitación en producción, prácticas sostenibles, certificaciones de estándares sanitarios y tecnologías para aumentar la productividad, la promoción de empresas de valor agregado de aguacate y organizaciones de producción y comercialización (SIAP, 2018b).

## JITOMATE

Estados Unidos es uno de los líderes mundiales en la producción de tomate fresco. Su producción nacional representa aproximadamente el 40% de la demanda interna total de tomates frescos del mercado (USDA, 2016). El resto de la demanda se satisface con importaciones, principalmente de México y Canadá. Desde la década de 1990s, la producción de tomate fresco en los Estados Unidos muestra una tendencia descendente constante y un aumento paralelo en las importaciones (Thornsbury, 2012). La producción total de tomates frescos disminuyó y una de las principales razones es la mayor competencia de México. Desde 2010, las

importaciones mexicanas representan la mayor proporción del mercado americano (Thornsbury y Bond, 2015).

De igual forma, para México el principal mercado de destino de las exportaciones de jitomate es Estados Unidos, con una participación de 90.1% (SIAP, 2018a). Pese a que el área total de producción de tomate (tanto en campo abierto como bajo agricultura protegida) en México ha disminuido, el volumen total de producción aumentó debido a inversiones en infraestructura y al aumento de la productividad. El área de producción protegida representó solo el 30% del área total de tomate, pero contribuye con cerca de aproximadamente el 63% de la producción total (AMHPAC, 2018).

La producción mundial anual de jitomate se aproxima a 180 millones de toneladas; China aporta una tercera parte del total con cerca de 60 millones, seguido por Estados Unidos, India, la Unión Europea y Turquía. En conjunto, estos cinco productores suministran alrededor del 70% de la producción mundial. México se ubica en la posición 10 con una producción inferior a 3 millones de toneladas, no obstante, es el mayor exportador de tomates del mundo, seguido de Holanda y de España (CIA, 2017).

El jitomate es la hortaliza de mayor venta entre todas las que México exporta, y ello contribuye a su primer lugar mundial en ventas y volumen. De acuerdo con las proyecciones de SAGARPA (2017b), para el año 2014 la capacidad de producción y exportación de tomate podría aumentar entre un 46% y un 77%. Para ello, Las principales estrategias del país para aumentar la productividad de la industria incluyen el apoyo a la agricultura protegida, las mejoras en la tecnología de riego y la inversión en infraestructura de logística y distribución.

## FRUTOS ROJOS

El conjunto de frutos rojos (bayas o berries)— arándanos, fresa, frambuesa, grosella y zarzamora — ocupan el sexto lugar en materia de exportación en México. En los Estados Unidos, California produce más del 80 por ciento de las fresas y frambuesas estadounidenses, y tiene un sector de arándanos en rápida expansión. Las bayas son cultivos de alto valor y alto riesgo, que generan excelente ingresos, pero exponen a los productores a enfermedades, trabajo y riesgos de mercado. En

la actualidad, las limitaciones de tierra, enfermedades y mano de obra pueden retrasar la expansión de la industria de las bayas después de dos décadas de rápido crecimiento (Goodhue y Martin, 2018).

Al aumentar la percepción sobre los beneficios para la salud, así como su disponibilidad durante todo el año y su empaque conveniente, las bayas son el producto fresco con mayor demanda y el que mayores ingresos genera en los supermercados de los Estados Unidos. La mayoría de las fresas frescas se comercializan a través de cuatro empresas lideradas por Driscoll's, que también es el principal comercializador de frambuesas, y representa el 90 por ciento de las ventas en los Estados Unidos de granjas en California y México. Naturipe Farms es el principal vendedor de arándanos y también comercializa otras bayas. La mayoría de las moras son importadas del centro de México y se comercializan a través de Driscoll's y Naturipe (Goodhue y Martin, 2018). En menor grado, las bayas mexicanas tienen como destino a Chile, Canadá, Japón, Reino Unido y Países Bajos.

La fuente del mercado de frambuesas frescas para Estados Unidos y Canadá procede en un 68% de Estados Unidos y Canadá, en un 22% de Chile y en un 10% de México. México está aumentando su producción de frambuesas, pero enfrenta algunos desafíos; por ejemplo, el clima frío es un riesgo alto. A su vez, los arándanos frescos que se consumen en Estados Unidos y Canadá provienen de los Estados Unidos (69%), de Canadá (10%), de Chile (10%), y en menor grado de México, Argentina y Nueva Zelanda. Los principales estados productores de arándanos de Estados Unidos son Georgia, Michigan, Oregón y Washington, que representan dos tercios de los arándanos estadounidenses, pero la producción de arándanos de California se expande con rapidez. Las moras para Estados Unidos y Canadá, por su parte, tienen su origen en los Estados Unidos (46%), México (45%), Guatemala (5%), y en cantidades menores de Chile (2%) o Costa Rica (2%). México provee de moras a América del Norte de noviembre a mayo y claramente es el líder debido a su bajo costo. Algunos desafíos del mercado de moras es la falta de distribución, por lo tanto, no hay una amplia demanda, la fruta es altamente perecedera; puede tener buena vida útil, pero con pérdida del sabor, incluso si se cultiva cerca del

mercado. Las fresas de California se cosechan casi todo el año, y la cosecha se mueve de sur a norte; de enero a marzo, durante el invierno, Florida suministra algunas fresas, pero estas son un cultivo de alto valor, alto riesgo y alto costo laboral. Las fresas a menudo se cosechan dos veces por semana durante la temporada alta, pero los costos de mano de obra son la mitad o más de los costos de producción. Además, existen riesgos de enfermedad y pico de producción durante los períodos de precios bajos para los productores (Cook, 2011; Finn, y Clark, 2011; Sobekova, 2012).

La producción bayas en México se duplicó en los últimos diez años y el país se convirtió en el quinto productor a nivel mundial, con unas 600.000 toneladas de las cuales se exporta el 65.5%, por lo que se generan divisas por unos 1500 millones de dólares al año. Existen 21 estados que producen frutos rojos, pero 96.8% del volumen y 97.3% del valor de la producción se concentra en solo cuatro: Michoacán, Jalisco, Baja California y Guanajuato. Casi la mitad de la superficie sembrada de berries corresponde a zarzamora; no obstante, la fresa posee más importancia en términos de volumen, debido a que la mayoría de los frutos rojos que se cultivan lo son bajo agricultura protegida (SIAP, 2018a).

Cook (2011) hace un análisis del mercado y concluye que las bayas son uno de los subsectores de producción más dinámicos y de más rápido crecimiento. Algunas empresas norteamericanas invirtieron en producción en el centro de México para complementar la producción estadounidense, creando virtualmente un mercado de invierno. Las variedades producidas se consideran de buen sabor y la oferta impulsó esencialmente la demanda en el sentido de que la disponibilidad y la calidad permitieron a los minoristas, liderados por Costco, comprometerse a incluir espacio en los estantes para las moras. La exposición del consumidor llevó a la aceptación del producto y al hábito de compra, a pesar del hecho de que los arándanos, las frambuesas y las moras son plantas perennes, mientras que las fresas se cultivan como un cultivo anual, y existen grandes diferencias entre las bayas en sus lugares de producción por temporada, tecnologías y prácticas, así como en su perecibilidad.

Dada esta diversidad, también hay diferencias importantes en la participación de mercado por tipo de bayas, dependiendo de sus fortalezas originales y de su capacidad para desarrollar nuevas fuentes de suministro. Hasta la fecha, la sustitución entre las bayas no ha implicado la canibalización en el sentido de que las ventas continúan creciendo para cada una de las bayas, aunque a tasas diferentes y comenzando desde bases muy distintas.

#### DISCUSIÓN GENERAL

México es una potencia agroalimentaria a nivel mundial debido a sus riquezas naturales. En los últimos años, el sector agroalimentario ha tenido un desarrollo positivo debido a iniciativas gubernamentales favorables para el productor, así como a la tecnificación del sector, la capacitación frecuente del personal, las buenas prácticas agropecuarias y la calidad de sus productos. Las razones de este éxito son diversas. Los productos agroalimentarios con mayor demanda internacional del sector agroalimentario en México se posicionaron gracias a su prestigio internacional y su calidad de origen - como es el caso del aguacate y el tequila-, o bien por integrarse en cadenas agroalimentarias exitosas en gran escala - para el caso de cerveza, jitomate y frutos rojos.

Canales et al. (2019) señalan que en años próximos se espera que aumente la producción y exportación de cultivos de alto valor, como aguacates, jitomates y bayas y que dada la aparición de nuevos acuerdos comerciales, existe la posibilidad de diversificar las exportaciones a otros mercados asiáticos y europeos, de modo que México conserve su lugar como uno de los principales proveedores mundiales de cultivos especializados. Sin embargo, el desafío más reciente para el sector agrícola mexicano se relaciona con la incertidumbre asociada con las políticas administrativas del nuevo gobierno mexicano que podrían frenar la inversión en los subsectores agrícolas más productivos del país.

**CONCLUSIONES**

Los productos agrícolas mexicanos más exitosos en el mundo: cerveza, aguacate, el tequila, jitomate y bayas han crecido de manera significativa en la última década debido al comportamiento del mercado y la alta demanda de los mismos, lo que ayuda a posicionar a México como uno de los principales productores en materia agroalimentaria en el mundo. En gran medida, dicho éxito obedece al prestigio y la calidad de origen de los productos y/o a la integración de cadenas agroalimentarias exitosas en gran escala, y de mantenerse las condiciones, las perspectivas para su crecimiento son halagüeñas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- AMHPAC. (2018). Portal DE Negocios y Mercados. México: Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C. Recuperado de: <http://amhpac.org/negociosymercados/socios/produccion/>.
- Bakshi, N. (2003). Sanitary and Phytosanitary Measures: The Case of Mexican Avocados (Thesis of Master of Science In Agriculture and Applied Economics). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Barnette, J. (2012). Geographic Indications as a Tool to Promote Sustainability? Café de Colombia and Tequila Compared. *Ecology Law Currents*, 39, 102-112.
- Bowen, S. & Zapata, A.V. (2008). Les appellations d'origine et les durabilités socio-économique et écologique: le cas de la tequila au Mexique. *Cahiers Agricultures*, 17(6), 552-560. doi: 10.1684/agr.2008.0241
- Bowen, S. & Zapata, A.V. (2009). Geographical indications, terroir, and socioeconomic and ecological sustainability: The case of tequila. *Journal of Rural Studies*, 25, 108–119.
- Canales, E., Andrango, G. & Williams, A. (2019). Mexico's Agricultural Sector: Production Potential and Implications for Trade. *Choices*, 34(3), 1-12. Recuperado de: [http://www.choicesmagazine.org/UserFiles/file/cmsarticle\\_701.pdf](http://www.choicesmagazine.org/UserFiles/file/cmsarticle_701.pdf)
- Cerveceros de México (2017). Estadísticas a propósito de la actividad de elaboración de la cerveza. Cámara de la Cerveza. México. Recuperado de: <http://cervecerosdemexico.com/estadisticas-a-proposito-de/>
- CIA (2017). The World Factbook, Field Listing: Exports – Commodities. Washington, DC: Central Intelligence Agency. Available online at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2049.html>
- CNIT (2018). Informe Estadístico 2018. Guadalajara, Jalisco: Cámara Nacional de la Industria Tequilera. Recuperado de: [http://tequileros.org/stuff/file\\_estadistica/1260567474.pdf](http://tequileros.org/stuff/file_estadistica/1260567474.pdf)
- Cook, R.L. (2011). Fundamental forces affecting the U.S. fresh berry and lettuce/leafy green subsectors. *Choices*, 26(4), 1-5.
- CRT (2019). Estadísticas. Zapopan, Jalisco: Consejo Regulador del Tequila. Recuperado de: <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>
- CEPAL (2018). Políticas de fomento productivo para el desarrollo de sectores intensivos en recursos naturales. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43429-politicafomento-productivo-desarrollo-sectores-intensivos-recursos-naturales>
- Dalton, R. (2005). Saving the agave. *Nature*, 438, 1070-1071.

- De León Meza, C.R. (2017). Reflexiones en torno al origen tardío de la producción del tequila en el pueblo de Tequila. *Fronteras de la Historia*, 22(1), 38-68.
- FAOStat (2018. Data): Crop and Livestock Products. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>
- Finn, C.E. & Clark, J.R. (2011). Emergence of Blackberry as a World Crop. *Chronica Horticulturae*, 51(3), 13-18.
- Gaytan, M.S. (2011). Tequila talk: Consumption, gender and the transnational terrain of cultural identity. *Latino Studies*, 9, 1, 62–86.
- Gaytan, M. S. (2014). The transformation of tequila: From hangover to highbrow. *Journal of Consumer Culture*, 17(1), 62-84. doi:10.1177/1469540514556169
- Gaytán, M.S. & Bowen, S. (2015). Naturalizing neoliberalism and the de-Mexicanization of the tequila industry. *Environment and Planning A*, 47, 267 – 283. doi:10.1068/a130281p
- Gómez-Merino, F.C. & Hernández Anguiano, A.M. (2013). El Contexto del Sector Agroalimentario en México. En: Líneas Prioritarias de Investigación. Informe de Gestión 2009-2011. Hernández-Anguiano A.M., Gómez-Merino F.C., Pérez-Hernández L.M. & Villanueva-Jiménez J.A. (Editors). Montecillos: Colegio de Postgraduados. pp. 11-19.
- GCMA. (2019). Perspectivas Agroalimentarias 2019. México: Grupo Consultor de Mercados Agrícolas. Recuperado de: <https://www.gcma.com.mx/pdfs/GCMA%20Perspectivas%20Agroalimentarias%202019.pdf>
- Geppert, M., Dörrenbacher, C., Gammelgaard, J., & Tapli, I. (2013). Managerial risktaking in international acquisitions in the brewery industry: Institutional and ownership influences compared. *British Journal of Management*, 24, 316–332.
- Goodhue, R.E. & Martin, P.L. (2018). Chapter 11. California Berries. In: *California Agriculture Dimensions and Issues*. Martin, P.L., Goodhue, R.E. & Wright, B.D. (Editors). Giannini Foundation Information Series 18-01. University of California. Available online at: [https://s.giannini.ucop.edu/uploads/giannini\\_public/5d/62/5d624d5a-087a-4cf5-be3c-c322f0478302/california\\_berries.pdf](https://s.giannini.ucop.edu/uploads/giannini_public/5d/62/5d624d5a-087a-4cf5-be3c-c322f0478302/california_berries.pdf)
- INEGI (2017). Estadísticas a propósito de... la actividad de elaboración de cerveza. México: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Recuperado de: <http://cervecerosdemexico.com/wp-content/uploads/2017/08/estadisticas-a-proposito-de-la-elaboracion-de-la-cerveza.pdf>
- Millán Vázquez de la Torre, G., Caridad y Ocerín, J., Arjona Fuentes, J.M. & Amador Hidalgo, L. (2014). Tequila tourism as a factor of development: a strategic vision in Mexico. *Tourism and Hospitality Management*, 20(1), 137-149.

- Martínez-Gándara, A. (2008). Tequila, mezcal y cerveza: de México para el mundo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5(2), 143-150.
- Moncayo, M. (2018): *Análisis de la guerra de las cervezas en México: Corona Extra vs. Tecate*. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/12/guerra-cervezas-mexico.html>
- Peterson, E.B. & Orden, D. (2008). Avocado Pests and Avocado Trade. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(2), 321–335.
- Pinkse J. & Slade M.E. (2004): Mergers, brand competition and the price of a pint. *European Economic Review*, 48, 617–643.
- Rojas Merced, J. & Rodríguez Marcial, R. (2010). Venta de Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, la hegemonía de la Inversión Extranjera Directa. *Revista trimestral de análisis de coyuntura económica*, 3(1), 6-9.
- SAGARPA. (2017a). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030: Aguacate Mexicano. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>
- SAGARPA. (2017b). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030: Jitomate Mexicano. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf>
- Salazar-García, S., Medina-Carrillo, R.E., & Álvarez-Bravo, A. (2016). Evaluación inicial de algunos aspectos de calidad del fruto de aguacate ‘Hass’ producido en tres regiones de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 277-289.
- SIAP (2018a). Atlas Agroalimentario 2012-2018. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural. Recuperado de: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2018/Agricultural-Atlas-2018](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Agricultural-Atlas-2018)
- SIAP. (2018b). Acciones y Programas. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- SIAMI (2019). Sistema de Información Comercial vía Internet. México: Secretaría de Economía. Recuperado de: [http://www.economia-snci.gob.mx/sic\\_php/desarrollo/sistemas/siavi/genera.php?fraccion=22030001](http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/desarrollo/sistemas/siavi/genera.php?fraccion=22030001)
- Sobekova, K. (2012). Market Analysis of Fresh Berries in the United States (Thesis of Master of Science in Agricultural Economics). University of Arkansas, Fayetteville. Available online at: <http://scholarworks.uark.edu/etd/517>

- Swinnen J. F.M. (2011). *The Economics of Beer*. Oxford : Oxford University Press.
- Thomé, K.M. & Soares, A.B.P. (2015). International market structure and competitiveness at the malted beer: from 2003 to 2012. *Agric.Econ.– Czech*, 61(4): 166–178. doi: 10.17221/189/2014-AGRICECON
- Thornsbury, S. (2012). *Tomatoes*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Available online at: <http://www.ers.usda.gov/topics/crops/vegetables-pulses/tomatoes>
- Thornsbury, S., & Bond, J.K. (2015). *USDA ERS - Supply and Utilization: Fresh Market, Yearbook Tables*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. Available online at [http://www.ers.usda.gov/datafiles/Vegetable\\_and\\_Pulses\\_Yearbook\\_Tables/SanU-Fresh](http://www.ers.usda.gov/datafiles/Vegetable_and_Pulses_Yearbook_Tables/SanU-Fresh)
- Tremblay, V.J., Iwasaki, N. & Tremblay. C.H. (2005): The dynamics of industry concentration for U.S. micro and macro brewers. *Review of Industrial Organization*, 26, 307–324.
- UNCTAD. (2014). *Mexico's Agricultural Development: Perspectives and Outlook*. United Nations Conference on Trade and Development New York: United Nations.
- USDA (2016). *Data and Statistics*. Washington, DC: United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. Available online at: [https://www.nass.usda.gov/Data\\_and\\_Statistics/index.php](https://www.nass.usda.gov/Data_and_Statistics/index.php)
- USDA (2019). *Food Availability (per Capita) Data System*. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Economic Research Service. Available online at: <https://www.ers.usda.gov/data-products/food-availability-per-capita-data-system/>
- Zizumbo-Villarreal, D., Vargas-Ponce, O. Rosales-Adame, J.J. & Colunga GarcíaMarín, P. (2013). Sustainability of the traditional management of Agave genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genetic Resources Crop Evolution*, 60,33–47.

# APLICACIÓN DE METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR LA FRACCIÓN DISCONFORME EN PROCESOS TEXTILES DE TEJIDO-CARDADO.

ARTURO SANTOS OSORIO<sup>1</sup>, YASMIN SOTO LEYVA<sup>2</sup>, ROSALIA BONES MARTINEZ<sup>3</sup>, LILIAN GONZÁLEZ MUÑOZ<sup>4</sup>

## RESUMEN

El proceso de tejido-cardado en la industria textil, produce el 65% del total de los rollos de tela de su producción, siendo de vital importancia detectar las fuentes que originan la aparición de defectos durante el tejido, estableciendo un punto de control y medición de fallas que está representado por el Índice de Fracción Disconforme (0.24) determinado por el departamento de calidad, si el indicador se excede nos indica la existencia de piezas con defectos mayores (piezas de segunda), que al ser inspeccionadas por el área de control final son clasificadas como reprocesos.

Cuando la presencia de defectos mayores es continua en la longitud de la pieza el reprocesamiento no se aplica y el rollo es desechado totalmente (scrap), ocasionando un déficit económico que oscila entre el 2.8-3.2% de las ganancias anuales para la organización.

La aplicación de la metodología Six Sigma en el proceso de tejeduría cardada integrara los procesos de producción, calidad, administración y dirección, para detectar el origen de los defectos mayores y eliminarlos mediante la implementación de herramientas de ingeniería, disminuyendo el índice de Fracción Disconforme y aumentando el nivel sigma actual, evaluando continuamente el beneficio alcanzado mediante un ciclo de mejora continua.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. a\_santos1994@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. ni\_m\_say88@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. rosybones4@hotmail.com

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. josly294@hotmail.com

Palabras Clave: Industria Textil, Six Sigma.

**ABSTRACT.**

The process of weaving-carding in the textile industry, produces 65% of the total of the rolls of cloth of its production, being of vital importance to detect the sources that originate the appearance of defects during the weaving, establishing a point of control and measurement of faults that is represented by the Nonconforming Fraction Index (0.24) determined by the quality department, if the indicator is exceeded it indicates the existence of pieces with major defects (second pieces), which when inspected by the control area Final are classified as reprocesses.

When the presence of major defects is continuous in the length of the piece the reprocessing is not applied and the roll is completely scrapped, causing an economic deficit that oscillates between 28-32% of the annual profits for the organization. The application of the Six Sigma methodology in the carded weaving process will integrate the production, quality, administration and management processes, to detect the origin of major defects and eliminate them through the implementation of Engineering tools, reducing the Non-Conforming Fraction Index and increasing the current sigma level, continuously evaluating the benefit achieved through a cycle of continuous improvement.

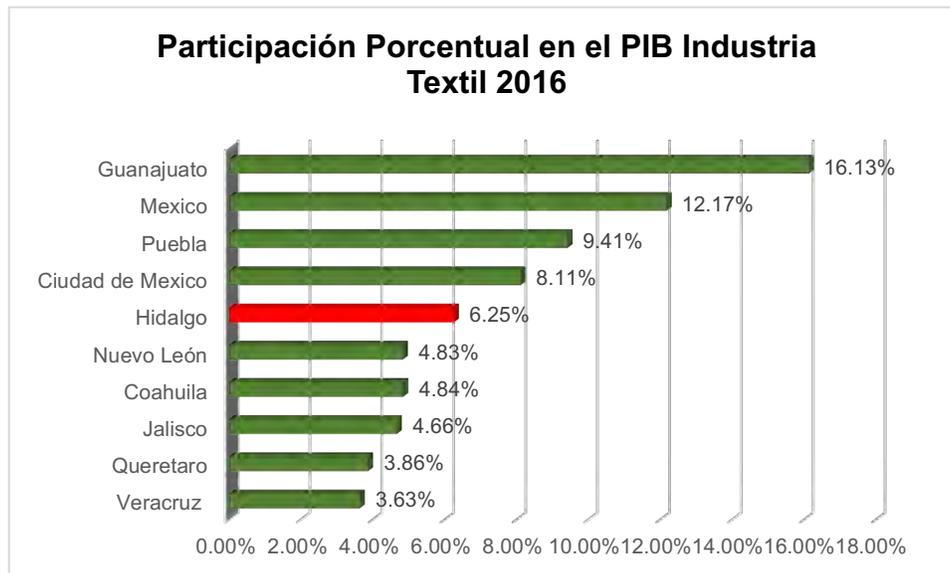
Keywords: Textile Industry, Six Sigma.

**INTRODUCCIÓN**

La industria textil en México representa un papel importante en el mercado nacional e internacional, se encuentra diversificada en micro y pequeñas empresas. En 2006, la producción nacional de fibras químicas estuvo centrada en fibras naturales 93.1% más que en fibras artificiales 6.9%, en términos de valor existe mayor énfasis en la fabricación de insumos textiles 69.5%, frente a la confección de productos textiles 30.5%; durante 2003-2006, el segmento que arrojó un mayor crecimiento fue el dedicado a la fabricación de productos textiles 15.5%, reflejando una aportación monetaria considerable para el producto interno bruto PIB.

Para 2016 la participación porcentual de los estados en el PIB (Ver Gráfico 1: “Participación porcentual en el PIB Industria Textil”), nos muestran en 5 lugar al Estado de Hidalgo con un 6.25% de aportación, en 2018 pasa a ocupar el primer lugar nacional en producción de hilados y fibras textiles y el cuarto nacional en producción de telas, originando que sea el estado con mayor concentración de medianas empresas productoras de cantidades considerables de piezas de telas, que se exportan a Estados Unidos, Chile, Japón, El Salvador, España, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Colombia, Nicaragua, Alemania, Francia, India y Canadá, entre otros, por un monto de 5,800 millones de pesos presentando niveles de calidad aceptables, captando anualmente nuevos clientes internacionales y nacionales.

Santos Osorio Arturo, S. Leyva Yasmin (2019), Grafico 1: “Participación Porcentual en el PIB Industria Textil”: IIEG; Instituto de Información Estadística y Geográfica en base a datos proporcionados por el INEGI (2016).



En Hidalgo la industria textil debe originar las condiciones adecuadas para mantener los niveles de competitividad de las empresas existentes, mediante el desarrollo de estrategias sistémicas que involucren elevar los índices de calidad de los productos con mayor demanda cardado (65%) y peinado (35%) estableciendo rigurosos controles en las áreas críticas que conforman los procesos productivos.

La presente aplicación se desarrolló en una empresa textil ubicada en el estado de Hidalgo que presenta en los últimos tres años una tendencia de crecimiento en el rechazo de pedidos por parte de sus clientes internacionales, presentando el último año (Enero-Diciembre 2018), un nivel de rechazos del 22%, originando un déficit monetario debido a la pérdida de clientes y a la generación excesiva de scrap.

Como resultado de un análisis estadístico se detectó que el problema radicaba en la generación de diversos defectos (taqueadas, franjas oscuras, cortadas, hilos sin torsión, hilos de diferente torsión, brincadas, empalmes etc.) en el área de tejido, el cual se encarga de enlazar los hilos de urdimbre y de tramar con otros hilos con el objetivo de transformar las fibras o hilos en telas, desarrollando un diseño específico de acuerdo a la proporción y estructura de la fibra.

Los defectos presentados en esa área ocasionan que aumente considerablemente el índice de fracción disconforme FD establecido por el departamento de calidad (0.24), surgiendo en este punto la necesidad de implementar una metodología para reducir la variabilidad del índice de FD y disminuir los rechazos de pedidos y la generación de scrap (16% de la producción total), el requerimiento fue cubierto implementando la metodología DMAIC perteneciente a Six Sigma, buscando una mejora continua basada en el análisis estadístico que mide la evolución mensual de los volúmenes de producción física de la empresa, utilizando datos verídicos que parten de la minimización de las fuentes que originan los defectos con mayor nivel de ocurrencia.

## **METODOLOGÍA**

Six Sigma evolucionó desde un simple indicador de calidad hasta convertirse en una estrategia general para acelerar las mejoras y alcanzar niveles de desempeño sin precedentes, enfocándose en las características críticas para los clientes y la identificación y eliminación de los errores o defectos en el proceso, el enfoque Six Sigma busca reducir los niveles de defectos a unos cuantos por millón para los productos y procesos clave de la organización, el logro de esta tarea requiere de la implementación eficaz de principios estadísticos y diversas herramientas para

diagnosticar los problemas de calidad y facilitar las mejoras mediante la metodología DMAIC.

DMAIC está conformada por 5 fases las cuales son: definir, medir, analizar, mejorar, controlar cada una de estas conforman una serie de acciones que se implementaron como se indica:

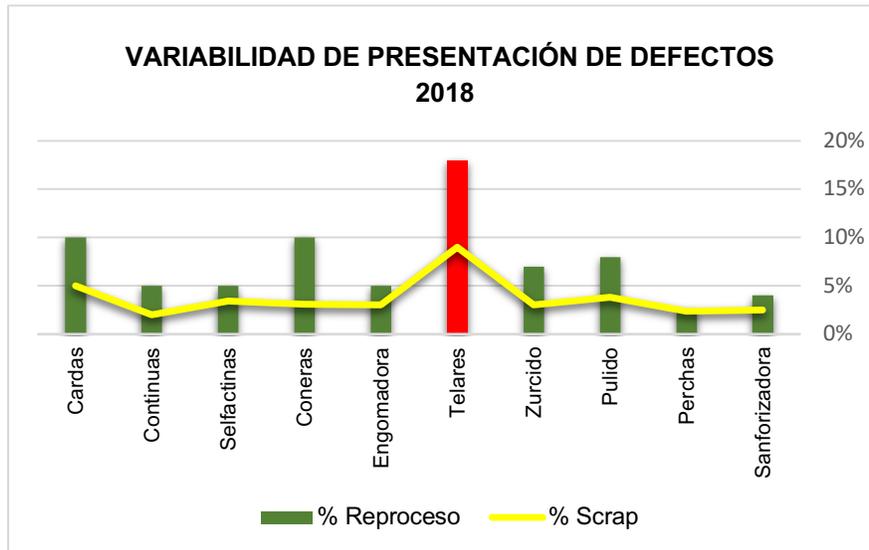
**Definir**

La fase se inició calculando un F\_Estadístico para definir el estatus actual de la organización textil, evaluando los distintos departamentos productivos que lo conforman: cardado (cardas), hilado (continuas/selfactinas), enconado (coneras), engomado (engomadora), tejido (telares), zurcido, pulido, perchado (perchas), vaporizado (sanforizadora) etc., cada uno de estos departamentos fueron evaluados con el objetivo de determinar cuál de ellos presentaba mayor cantidad de problemas que originan defectos en las piezas resultantes (Ver tabla 1: “Generación de metros de piezas de segundas por proceso 2018”), el F\_Estadístico analizado nos muestra que el área con mayor exposición de reprocesos es el tejido con un 18% de metros reprocesados, así también es directamente el generador de scrap en mayor porcentaje 9%, estableciendo al proceso de tejido como el área que aporta mayor variabilidad al proceso (Ver gráfico 2: “Variabilidad de presentación de defectos”).

Santos Osorio Arturo, B. Martínez Rosalía (2019) Tabla 1: “Generación de piezas de segunda por proceso 2018”: Control de Segundas T/TC.

	Cardas	Continuas	Selfactinas	Coneras	Engomadora	Telares	Zurcido	Pulido	Perchas	Sanforizadora
Metros, control final con defecto	250,000	280,000	12,000	25,000	30,000	415,000	28,000	15,000	128,900	15,200
Metros Reproceso	25000	14000	600	2500	1500	74700	1960	1200	3222.5	608
%	10%	5%	5%	10%	5%	18%	7%	8%	3%	4%
Metros Scrap	12500	5600	408	775	900	37350	840	570	3093.6	380
%	5%	2%	3%	3%	3%	9%	3%	4%	2%	3%
% defectos por área	15%	7%	8%	13%	8%	27%	10%	12%	5%	7%

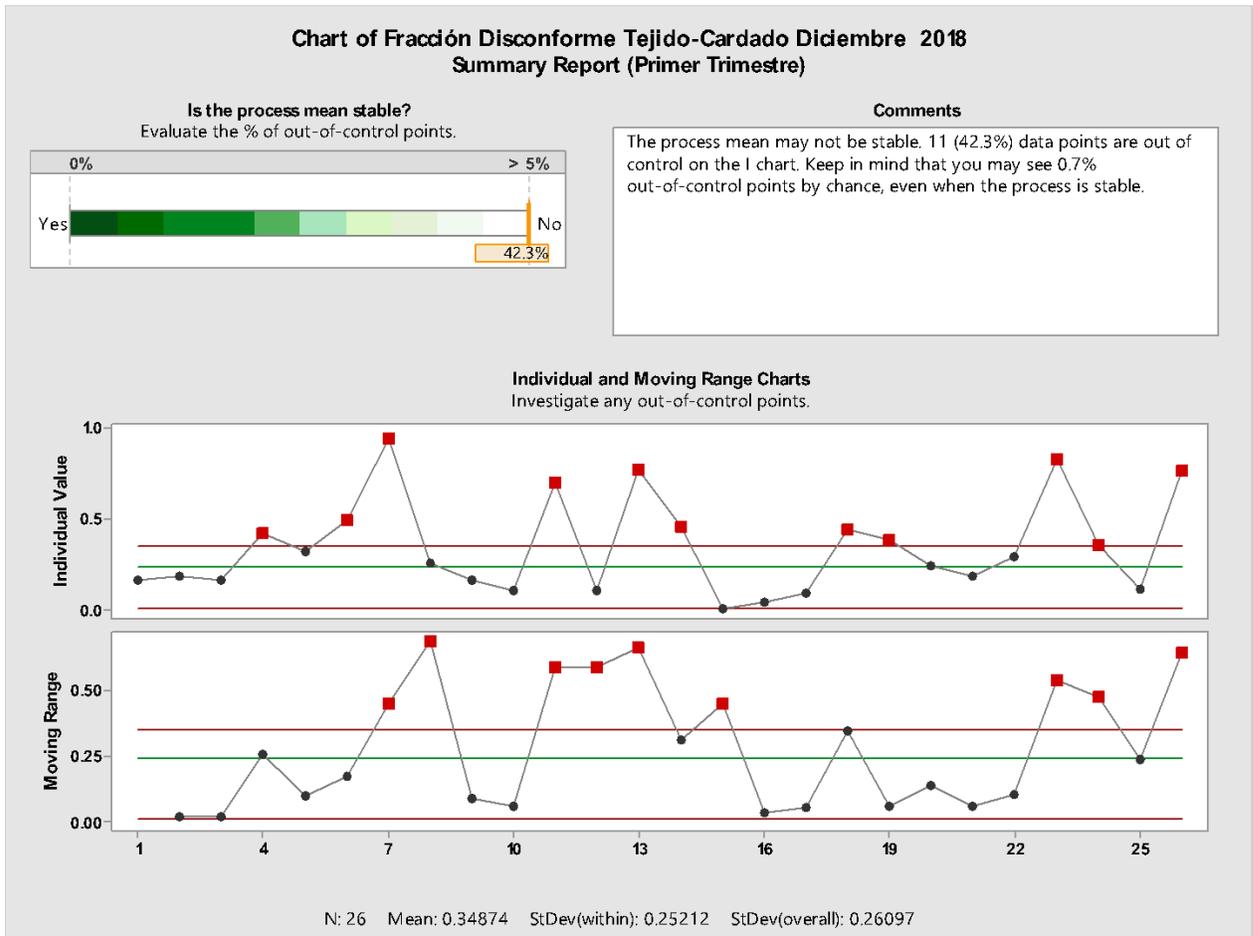
Santos Osorio Arturo, B. Martínez Rosalía (2019) Grafico 2: “Variabilidad de presentación de defectos 2018”: Control de Segundas T/TC.



### Medir

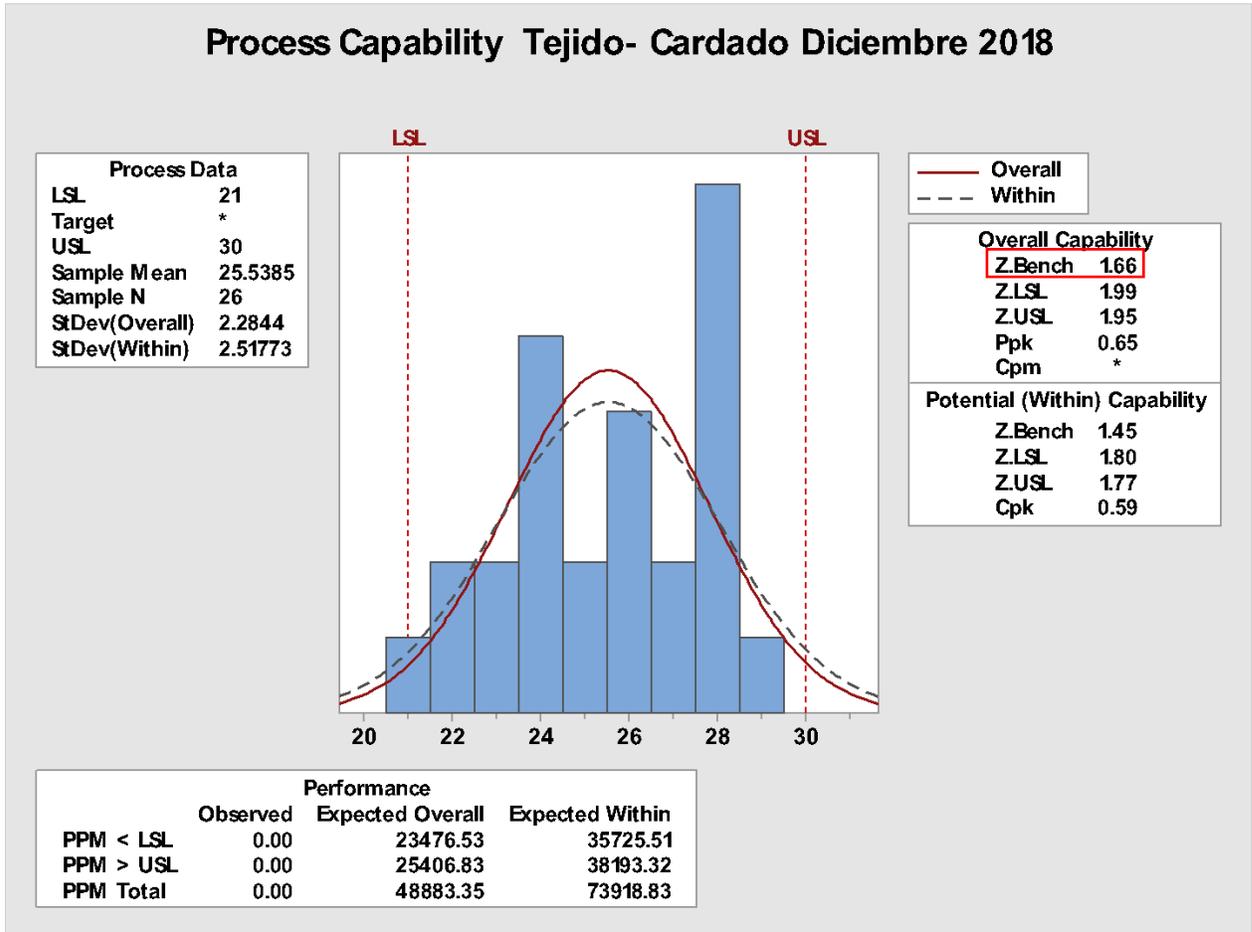
Esta etapa se concentró en medir los procesos internos para entender las relaciones causales entre el desempeño productivo y la satisfacción del cliente, reuniendo los hallazgos, recopilando los datos , observando y validando la información del proceso realizado en las prácticas de producción tomando en cuenta la retroalimentación de supervisores, trabajadores, clientes y empleados ; la medición se inicio en el area de tejido cardado calculando el indice de Fracción Disconforme en un nivel de 0.34874 (Ver grafico 3: “Chart of Fracción Disconforme Tejido-Cardado Diciembre 2018”) al inicio de la implementación teniendo un indice mayor al parametro establecido por el departamento de calidad 0.24 , al aumentar el indice permitido se origina un % mayor de fallas por cada pieza tejida en los telares de cardado, estableciendo que ha partir de que la media y la variacion del proceso presentan inestabilidad por lo menos el 42.3% de los rollos tejidos seran clasificados como primeras con riesgo en el área de control final debido al exceso de defectos que presentan en su estructura textil.

Santos Osorio Arturo, B. Martínez Rosalía (2019) Grafico 3: “Chart of Fracción Disconforme Tejido-Cardado Diciembre 2018”: Control de Segundas T/TC.



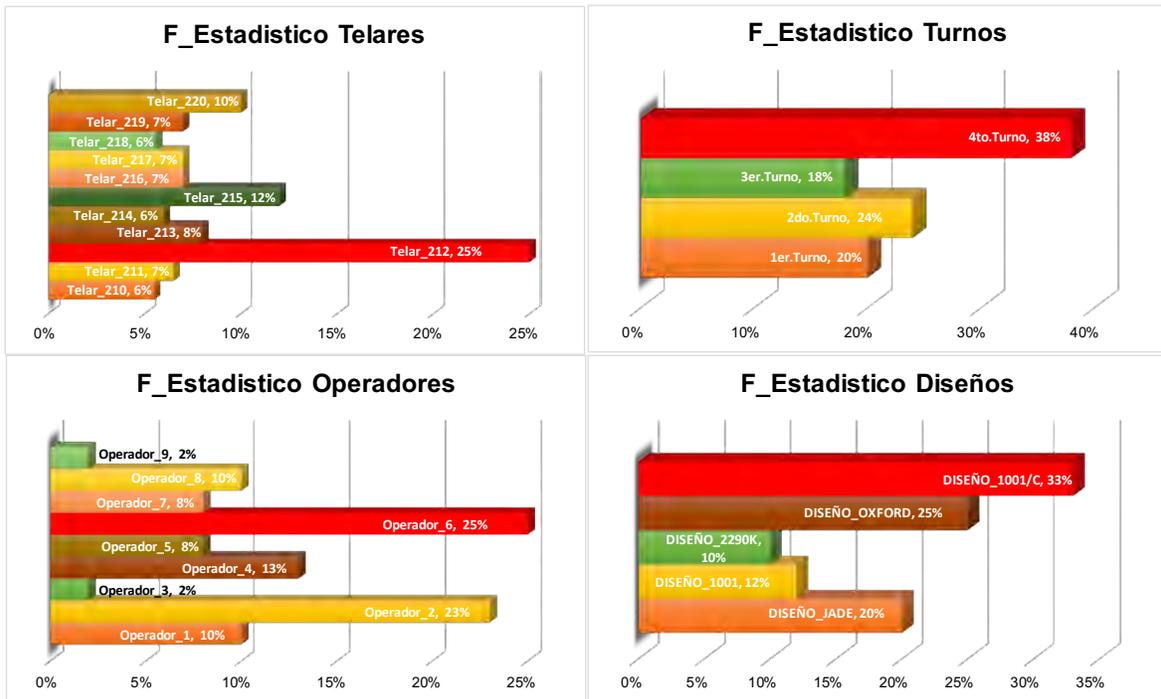
El resultado de la investigación cuantitativa aplicada evaluó el nivel Six Sigma inicial, clasificando el desempeño del proceso como MALO, debido a que se obtiene un valor Z. Bench ( $\sigma$ ) = 1.66, correspondiente a una variación del proceso igual a la mitad de la tolerancia permitida, estableciendo una variación de 1.5 desviaciones estándar con respecto a la meta establecida (Ver grafico 4: “Process Capability Tejido-Cardado Diciembre 2018”).

Soto Leyva Yasmin, B. Martínez Rosalía (2019) Grafico 4: “Process Capability Tejido-Cardado Diciembre 2018”: Control de Segundas T/TC.



La medición del proceso en planta se aplicó mediante el uso de un F\_Estadístico diseñado para calcular diariamente la tendencia de generación de defectos, obteniendo como resultado el agrupamiento de la maquinaria (telares) en la que se presenta la mayor cantidad de fallas, turno, operador, y diseños con mayor grado de incidencia. El resultado del análisis diario nos indica el % de ocurrencia: Telar\_212=25%, 4to.Turno= 38%, operador 6=25%, diseño 1001/C=33% (Ver imagen 1. “F\_Estadístico Tejido-Cardado”).

Soto Leyva Yasmin, B. Martínez Rosalía (2019) Imagen 1: “F\_ Estadístico Tejido-Cardado”: Depto. Calidad T/TC.

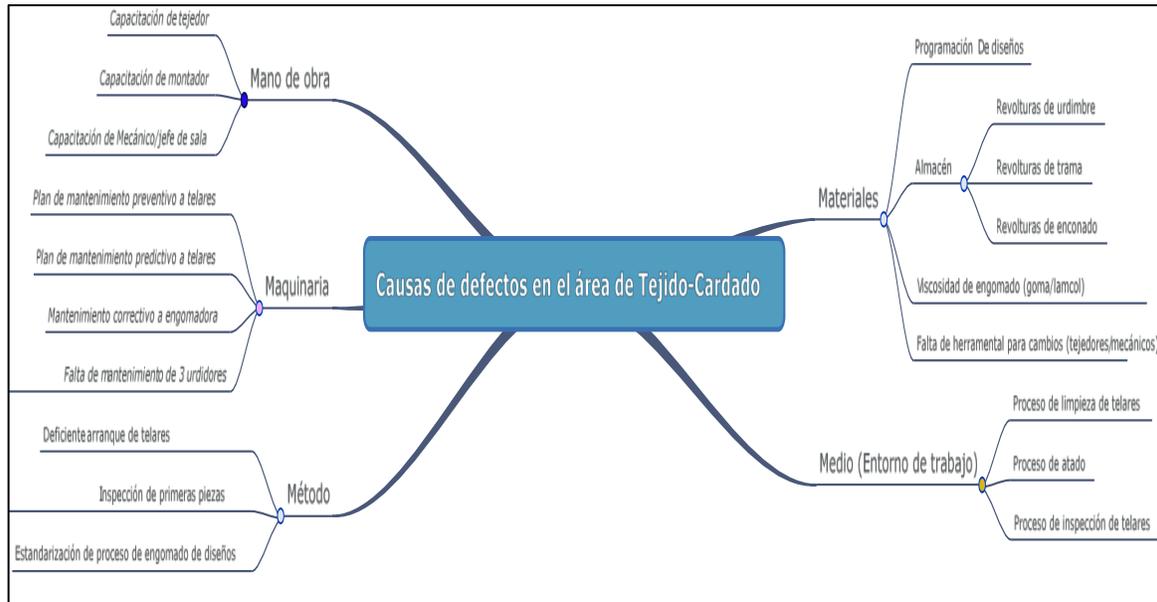


La información presentada es evaluada en la fase de análisis de la metodología DMAIC.

**Análisis:**

La etapa de análisis (Ver imagen 2: “Causas de defectos en el área de Tejido-Cardado”) se concentra en *por que* ocurren los defectos, errores o variación excesiva, identificando las variables claves con más probabilidades de dar lugar a errores y variaciones para posteriormente realizar experimentos sustentados estadísticamente, el procedimiento de análisis comprendió la reunión de integrantes de la empresa, haciendo uso de la herramienta Focus Group (Merton, Fiske y Kendall, 1956), que es un método o sistema de recolección de información, aplicada por conocedores de las fuentes que originan los defectos en el area de tejido-cardado brindando soluciones reales y medibles por parte de la gerencia.

Soto Leyva Yasmin, B. Martínez Rosalía (2019) Imagen 2: “Causas de defectos en el área de Tejido-Cardado”: Depto. Calidad T/TC.



**Implementación:**

Una vez que se entiende la raíz o la causa del problema se generaron diversas ideas para disminuir el índice de Fracción Disconforme, implementando herramientas de ingeniería para la solución de los principales defectos:

1. Manual/Catálogo de defectos: herramienta en la cual se clasificaron los distintos defectos conforme a su nivel de presentación/grado de criticidad: defecto menor (1-2 cm), defecto mayor (2.5-3 cm, > a 3 defectos en la longitud de la pieza), defecto grave (3.5-6 cm > 5 defectos en la longitud de la tela), cada clasificación se asignó de acuerdo al área que originaba el problema.
2. Planes de mantenimiento: Se generaron los planes de mantenimiento preventivo y predictivo para las áreas críticas que se encuentran dentro del área de tejido (engomado, urdido), así como bitácoras de control en cada maquinaria.
3. Se diseñó el proceso de inspección de tejido, aplicando un muestreo secuencial en los tres momentos de avance de pieza tejida: al 5%, 33% de avance, 50% de avance.
4. Aplicación de check-list de arranque de telar: el check-list contempla realizar una ardua inspección del telar al inicio de cada primera pieza.

5. Generación de receta estándar para la colocación de la goma a los carretes de urdido.
6. Procedimientos de trabajo para las distintas áreas/operaciones dentro del área de almacén.
7. Plan de muestreo aleatorio a las distintas posturas de material salidas de almacén.

#### Control

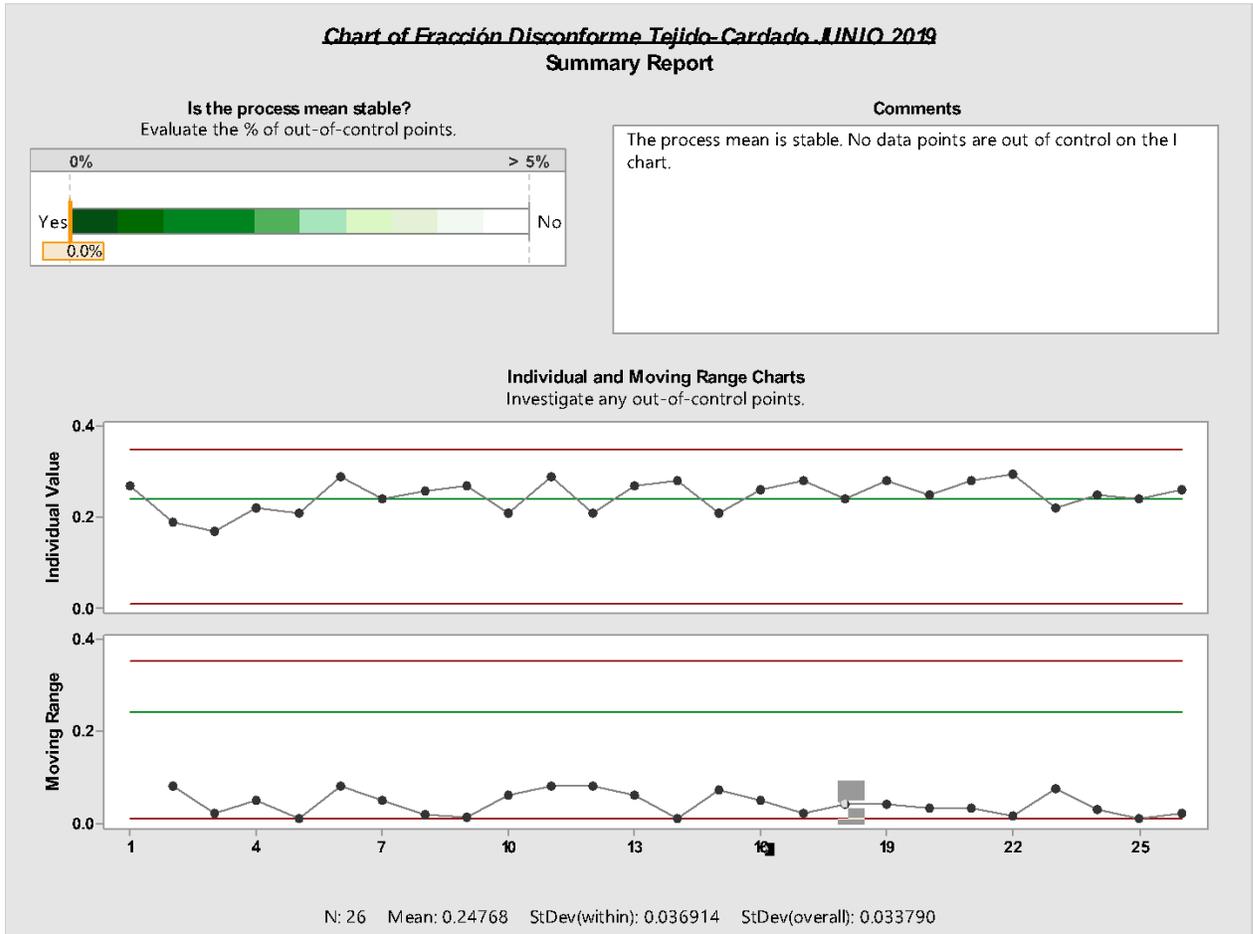
La etapa de control se enfocó en conservar las mejoras, incluyendo tener las herramientas implementadas en su lugar para garantizar que las variables clave continúen dentro de los rangos mínimos aceptables en el proceso modificado aplicando el siguiente conjunto de acciones:

1. Implementación y validación de F\_Estadístico.
2. Generación de sistemas de pago por eficiencia (producción+calidad).
3. Capacitación a personal (tejedores, urdidores, montadores, mecánicos).
4. Validación semanal de planes de muestreo mediante programas de control de calidad.
5. Programa de auditorías de metodologías de trabajo implementadas.

#### RESULTADOS

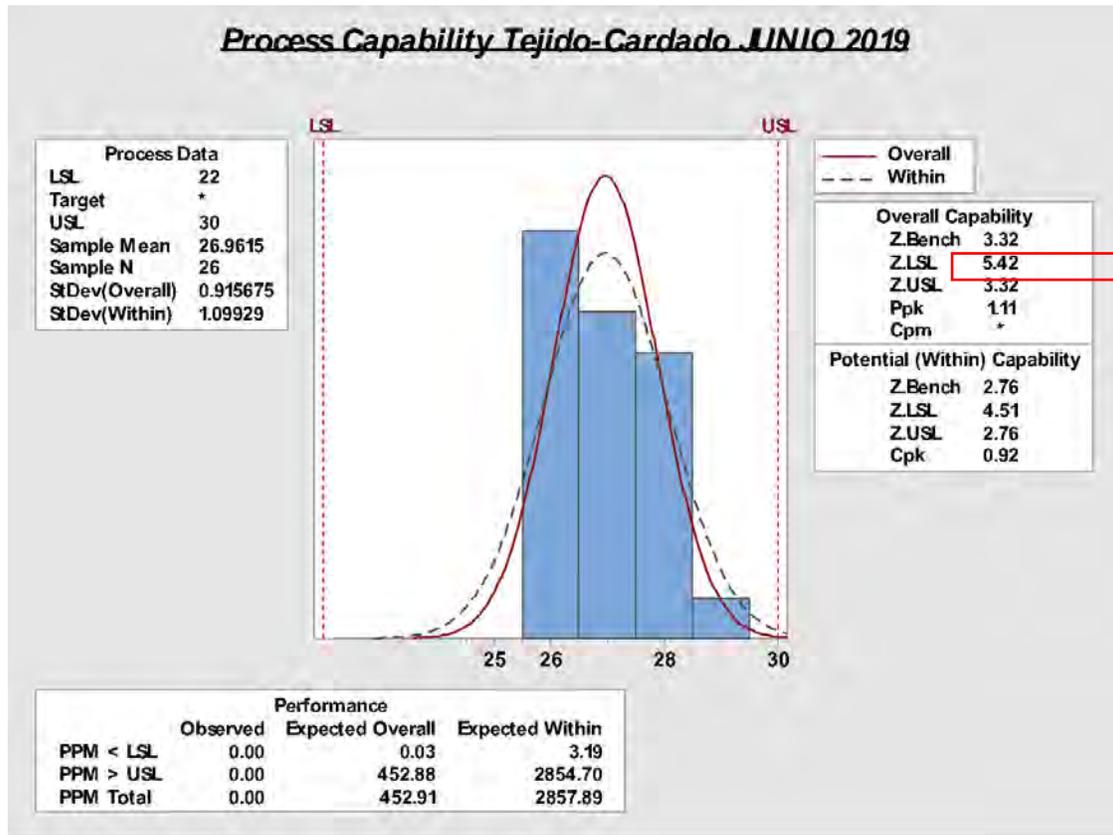
La metodología implementada obtuvo beneficios cuantitativos en los siguientes aspectos: El valor del índice de Fracción Disconforme en la etapa de inicio del proyecto se encontraba en un valor de 0.34874 , siendo este un valor mayor al valor establecido 0.24, originando que la empresa reportara un 18% de reprocesos de piezas en el área tejido-cardado y un 9% de scrap reflejado en un déficit económico considerable, siendo el tejido-cardado el proceso que aportaba mayor cantidad de defectos a las piezas terminadas clasificándolas como primeras con riesgo incrementado la posibilidad en un 42.3% de ser rechazadas por los clientes, una vez implementada la metodología DMAIC se aplicó nuevamente la medición del índice de Fracción Disconforme, obteniendo un valor de 0.24768, disminuyendo así en un 62% la posibilidad de aparición de defectos en el tejido cardado (Ver grafico 5: “Chart of Fracción Disconforme Tejido-Cardado JUNIO 2019”).

Soto Leyva Yasmin, B. Martínez Rosalía (2019) Grafico 5:” Chart of Fracción Disconforme Tejido-Cardado JUNIO 2019”: Depto. Calidad T/TC



- a. El segundo aspecto beneficiado fue el mejoramiento considerable del nivel sigma de la organización, al iniciar la implementación el nivel sigma contabilizado fue de 1.66 , siendo calificado el proceso como MALO, al término de la metodología DMAIC el nivel sigma registrado fue de 3.32 pasando hacer el proceso como BUENO, obteniendo un notable mejoramiento de 1.66 sigma (Ver grafico 6: “Process Capability Tejido-Cardado JUNIO 2019”).

Soto Leyva Yasmin, B. Martínez Rosalía (2019) Grafico 6: "Process Capability Tejido-Cardado JUNIO 2019": Depto. Calidad T/TC.



**CONCLUSIÓN**

Six Sigma es una estrategia de mejora continua de procesos que busca optimizar el desempeño y disminuir la variabilidad, encontrando y eliminando las causas de los errores y los defectos resultantes de un proceso no controlado, tomando como punto de partida el nivel de satisfacción de los clientes y sus necesidades .

La metodología DMAIC implementada fue un programa robusto , diseñado por el area de Ingeniería Industrial e impulsada por la alta dirección de la empresa , fundamentada en el pensamiento estadístico resultante de datos reales caracterizados por no tener sesgos en su proceso de recopilación, permitiendo una incremento notable del desempeño del área de tejido-cardado , disminuyendo el índice de Fracción Disconforme y aumentando el nivel Sigma para asegurar la satisfacción de nuestros clientes.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Pandu R. Tadikamalla, The Confusion over Six-Sigma Quality, *Quality Progress* 27, no.11, November 1994,83-85. Reimpresión con autorización de Pandu R. Tadikamalla and *Quality Progress*.
- Gerald F. Smith, Too Many Types of Quality Problems, *Quality Progress*, April 2000,43-49.
- Six Sigma at GE-Lunar, *Manufacturing and Technology Matters*, Erdman Center For Manufacturing and Technology Management, University of Wisconsin-Madison School of Business, fall/Winter 2002,1-3.
- The Tools of Quality Part V: Check Sheets, *Quality Progress* 23, no.10(October 1990),53.
- Chris Bott, Elizabeth Keim, Sai Kim, and Lisa palser, Service Quality Six Sigma Case Studies, ASQ's 54th Annual Congress Proceedings, 2000,225-231.
- Roger W.Hoerl, Six Sigma and the Future of the Quality Profession, *Quality Progress*. June 1998,35-42.1998, American Society for Quality. Reimpreso con autorización.
- Charles Humber and Robert Launsby, Straight Talk on DFSS, *Six Sigma Fórum Magazine* 1, no.4 (August 2002).
- Gary Conner, "Benefiting from Six Sigma, *Manufacturing Engineering* 130, no.2(February ,2003).
- Kennedy Smith, Six Sigma at Ford Revisited, *Quality Digest* 23, no.6(june 2003),28-32. Adaptado de *Quality Digest*, [www.qualitydigest.com](http://www.qualitydigest.com), con autorización.
- Adaptado de un artículo de *Industrial Maintenance and Plant Operations*, derechos reservados© 2000 Cahners Business Information, una división de Reed Elsevier, Inc., como esta en <http://www.impomag.com>; y materiales proporcionados por Don Splaun, gerente de tecnología de manufactura avanzada de GE-Fanuc, Charlottesville, VA.

---

# USO, PREPARACIÓN Y APLICACIÓN TRADICIONAL DE HIERBAS MEDICINALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ MIAHUATLÁN, PUEBLA

ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ<sup>1</sup>, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES<sup>2</sup>

## RESUMEN

La medicina tradicional resulta ser una práctica muy importante para mejorar la calidad de vida de los seres humanos, San José Miahuatlán es un municipio que se encuentra al sureste del estado de Puebla, se caracteriza porque el 95% de la población cuando tiene algún malestar acude a curarse ya sea con un hierbero, curandero, huesero e incluso las mujeres embarazadas suelen atenderse con parteras. Sin embargo, el 90% de las personas que se dedican a estas prácticas, son adultos mayores, pero sus descendientes ya no realizan este tipo de actividades, con el riesgo a que se pierda el conocimiento cultural e intelectual de la terapia tradicional, por eso en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan se realizó una investigación de campo para conocer las dosis, forma de preparación y aplicación de las hierbas medicinales.

Palabras clave: curanderas, hierberos, remedios caseros, medicina tradicional.

## ABSTRACT

Traditional medicine turns out to be a very important practice to improve the quality of life in human beings. San José Miahuatlán is a municipality located southeast in the state of Puebla, it is characterized because 95% of its population go to a herbalist, a healer, or a person that heals the bones, when they don't feel well, even pregnant women usually attend midwives. However, 90% of people who engage in these practices are older adults, but their descendants no longer carry out these types of activities, and now losing the cultural and intellectual knowledge of

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra gonper13@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra

traditional therapy is at risk, so In the Superior Technological Institute of the Sierra Negra de Ajalpan a field investigation was carried out to know the doses, form of preparation and application of the medicinal herbs.

Key words: healers, herbalists, home remedies, traditional medicine.

**INTRODUCCIÓN**

La medicina tradicional que se realiza en México es una amalgama de prácticas curativas que existen desde antes de la llegada de los conquistadores, fueron introducidas por los españoles durante la colonia y las provenientes del continente africano a través de los esclavos. Todas conformaron una gama de saberes y prácticas en torno al cuerpo humano, y regulan el complejo salud-enfermedad. Esta última no siempre es concebida desde el punto de vista individual también es tratada familiar o colectivamente ya que pueden funcionar como un regulador social.

Según quienes practican la medicina tradicional las enfermedades pueden ser consecuencia de causas naturales o sobrenaturales. Las primeras son tratadas por la medicina alópata, para la segunda es necesaria la intervención de los médicos tradicionales, quienes aseguran que, aunque algunas corresponden a padecimientos físicos, la gran mayoría son atribuidas a trasgresiones de las normas sociales, desequilibrios del orden natural de las cosas y de las fuerzas sobrenaturales (Tabla 1).

Tabla 1. Enfermedades que se curan con la medicina tradicional.

Llamada de espíritu (espanto)	Susto
Levantada de mollera	Mal de ojo
Levantada de cola	Empacho
Cólicos en bebés	Envidia
Caída de testículos	Daño
Caída de matriz	Latido
Caída de vejiga	Mal aire
Aflojadura del hombre y mujer	Levantada de espíritu
Caída de campanilla	Atención después del parto
Dolor de cintura	Dolor de espalda
Mareos	Vómitos
Dolor de corazón	Diarrea de niños
Quebradura	Quemaduras
Falseadura	Atención de embarazadas
Sangrados	Atención de partos
Calentura	Dolor de cabeza

Fuente: Del Rio, 2005.

Las transgresiones o pecados y actos de desobediencia traen como consecuencias castigos divinos provenientes de Dios, los Santos, la Virgen o “Seres mágicos” y por lo general son ellos los que tienen la facultad de curar una vez que se haya reparado la falta o las cosas regresen a su equilibrio normal (México desconocido, s.f.).

Algunos de los siguientes elementos pueden funcionar como tratamiento preventivo a las enfermedades: amuletos, oración, oro, limón, loción, perfume de 7 machos, nuez de cáscara blanda, piedra de alumbre, ropa sudada y ojo de venado. Pero también se aplican directamente al cuerpo, como los que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos preventivos de aplicación directa.

Baño de cocimiento	Tintura
Baño de torito	Parches
Baño de temazcal	Chiqueadores
Sobadas	Tronada de anginas
Limpias	Infundio de gallina
Tés	Lavado de anginas
Pomadas	Saliva
Jarabes	Sudor

Fuente: Del Rio, 2005.

La medicina tradicional es el conocimiento que tienen los médicos tradicionales de una gran cantidad de plantas, animales, agua y minerales con propiedades curativas, siempre han sido de gran importancia como apoyo a la salud en las comunidades indígenas (Véase figura 1). Es saber, es un privilegio que no está escrito, es el Don que Dios les da para curar. “Es un Don especial que Dios da a las parteras, que con sus manos acomodan y ordenan el cuerpo de las mujeres, para esperar y recibir a nuevas vidas” (Ortiz de Montellano, s.f.).

Figura 1. Aplicación de la medicina tradicional en San José Miahuatlán.



Para la medicina tradicional, el cuerpo humano es una caja compuesta por diferentes órganos internos: huesos, carne, líquidos, cuerdas y nervios que son movidos por medio de la sangre de la cabeza a los pies. Algunas de las causas y motivos para la atención de malestares en el cuerpo se deben a caídas, sustos, mal de ojo, empacho, enfermedades de las cuerdas, caída de mollera, partos, anginas, enfermedad del huesito, daño, dolo, resbalón, dolor de cuerpo, dolor de cabeza, mal aire.

Los médicos tradicionales suelen reconocer a las enfermedades a través de la adivinación, viendo a la persona, platicando con el enfermo o simplemente tocando la parte que está mal (Ortiz de Montellano, s.f.). Dentro de la medicina tradicional se utilizan diferentes recursos naturales con propiedades curativas descritas en la tabla 3.

Tabla 3. Recursos naturales usados en la medicina tradicional.

Plantas	Flores, raíces, frutas, corteza, jugo, tallos y hojas
Animales	Huevo, carne, grasas, sangre, plumas, concha; siendo más utilizados el zorrillo, gallo o gallina negra, pichón, palomas, coyote, tlacuache, zopilote, víbora, de cascabel y el armadillo.
Agua	Natural, bendita, termales, de los 7 pozos y de mar.
Temperatura del agua para curar las enfermedades	Agua fría, caliente o tibia, vapor del agua y agua de manantial.
Minerales utilizados en la medicina tradicional	Piedra de cal, piedra de alumbre, piedra del río, piedra de vaca, piedra, lodo podrido de ciénega, oro, alcanfor, tierra negra, barro y tierra blanca.

Fuente: Ortiz de Montellano, s.f.

Los curanderos, hierberos, hueseros y parteras forman el grupo mayoritario de terapeutas tradicionales indígenas, al que se suman rezanderos, sobadores, ensalmadores, graniceros, chupadores, culebreros, viboreros y adivinadores (Zolla, 2015).

Con la llegada del Sector Salud en 1979 -IMSS/COMPLAMAR- para atender a los grupos indígenas, se enfrentaron con el gran problema de que la mayoría de los pueblos rechazaban a los médicos alópatas y sus medicamentos, pues estaba muy arraigada la medicina natural y remedios caseros. Los indígenas Mixtecos consideran a la salud como IOOBA'Al que significa estar sano, que la persona se siente bien, tiene ánimo de trabajar, le dan ganas de comer y salir, está contento, se siente libre del organismo, su corazón palpita, su pulso está bien, esta chapeado

y no tiene problemas con familiares o amigos. **En el ámbito mundial** se utilizan alrededor de 21 mil plantas medicinales y pese a que se ha recomendado su cultivo, esto no ha sido posible debido a que es difícil que algunas “peguen” y/o se requieren en pequeña escala, su cotización es menor a su costo de producción y prevalece la suposición de que el recurso de origen tiene mayor calidad, las hace inviables en términos económicos (Moncada, 2019).

#### Formas de preparación de las plantas

**Infusión:** Esta forma es útil para preparar los Tés de flores y hojas, se pone agua purificada a hervir en una olla. Se coloca la planta en una taza o una tetera de barro y cuando el agua está hirviendo, se vierte encima de la planta y se tapa. De esta forma no se pierden las aceites esenciales que suelta la planta. Se deja reposar tapado unos 10 minutos y se cuela (García, 2009).

**Cocimiento:** Esta preparación sirve para las raíces, cortezas, tronquitos y semillas, es decir, las partes duras de las plantas, que necesitan coserse para soltar sus principios activos. Se pone agua a hervir en un recipiente que no sea ni de aluminio, ni de hierro, cuando ya va a hervir se le agrega la planta, si son semillas chicas, hervir de 3 a 5 minutos; se tapa y se deja reposar otros 15 minutos antes de colar. Raíces y cortezas más duras se hierven de 5 a 10 minutos (García, 2009).

**Vaporizaciones:** Una vez hecho el cocimiento, no se cuela y antes de destaparlo, se pone la olla a unos 20 a 25 centímetros bajo la cara y se cubre con una toalla, luego se destapa la olla, cerrar los ojos e inhalar suavemente el vapor que sale, de esta manera se descongestionan todas las vías respiratorias (García, 2009).

**Baños de hierbas:** se utiliza el cocimiento, pero con mayor cantidad de planta (García, 2009).

**Compresas:** se empapa un algodón con el cocimiento, y este puede ser caliente o frío según el tratamiento (García, 2009).

**Cataplasmas:** Se muele la planta o semilla, se pone en una manta de cielo y se aplica directamente sobre la piel en la parte afectada, puede ser frío o caliente, para lo cual la masa se calienta a baño maría (García, 2009).

**Maceración:** Es una técnica para extraer principios activos que se alterarían con el calor, se deja la planta troceada en agua a temperatura ambiente durante un tiempo

concreto (de 12 a 24 horas) dependiendo de la especie, se usa en plantas mucilaginosas (malvavisco, lino) se va agitando la mezcla y finalmente se cuele (García, 2009).

Tintura: Es la mezcla de la planta con alcohol o vino, generalmente se hace en frascos de color ámbar (García, 2009).

## **METODOLOGÍA**

El municipio de San José Miahuatlán se ubica al sureste del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 09'30" y 18° 19'54" de latitud norte y los meridianos 97° 10'36" y 97° 24'24" de longitud occidental, colinda al norte con San Gabriel Chilac, Altepexi y Zinacatepec, al sur con Caltepec y estado de Oaxaca, al este con Coxcatlán, y al oeste con Zapotitlán Salinas (Gutiérrez, 2014), es una región de importancia tradicional ya que el 95% de los pobladores cree y acude a curar sus malestares o enfermedades con curanderos, hierberos, hueseros y parteras.

El estudio de campo para la recolección de la información consistió en el llenado de una bitácora donde se indicó el nombre de la persona, nombre de la planta, usos, preparación, dosis, e imagen. La información fue proporcionada a través de entrevista directa por personas conocedoras de la utilización de las plantas medicinales, adultas y con al menos 30 años de experiencia.

Fue necesario realizar investigación bibliográfica para conocer el estatus del municipio respecto a cuestiones de salud y asistencia médica.

## **RESULTADOS**

El municipio de San José Miahuatlán cuenta con dos centros de salud (Figura 2), el personal médico en cada uno son dos enfermeras en contacto con paciente, dos enfermeras generales y un odontólogo.

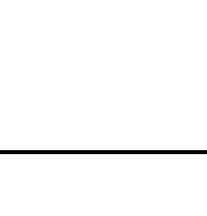
Figura 2. Localización de las clínicas de salud de la comunidad de San José Miahuatlán (Obtenida de google maps).



Las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia entre los pobladores de la comunidad de San José Miahuatlán son la picadura de alacrán, gripa, atención a diabéticos y cortaduras graves.

Las plantas medicinales tienen múltiples aplicaciones terapéuticas, es necesario tener en cuenta que efectos tienen sobre el cuerpo y que dosis es la más recomendable, en la tabla 3 se presenta un listado de 28 especies que las curanderas de San José Miahuatlán suelen utilizar para contrarrestar las enfermedades.

Tabla 3. Plantas medicinales que se utilizan en San José Miahuatlán.

Nombre completo de la persona	Nombre de la planta	Uso	Preparación y dosis	Imagen
Estela León Herrera	Ajo	Es usado para la prevención del cáncer así también ayuda a desinflamar el estómago.	Tostar un diente de ajo o comerlo crudo.	
Amalia Herrera Galeote	Anís estrella	Se usa para bebés que presentan cólicos y lloran mucho.	Agregar tres o cuatro piezas de anís estrella en 250 mililitros de agua con una pizca de carbonato. Dar de beber una cucharadita.	
Eufemia López de Jesús	Árnica	Para el tratamiento de tos, moretones, heridas externas y golpes.	Hervir cuatro palos de esta hierba en un litro de agua, ocupar todo el preparado en la parte afectada de herida.	
Chila Arenas	Albahaca	Su consumo ayuda a aliviar los gases intestinales, los dolores de estómago, las flatulencias y las indigestiones.	Cuatro ramas de albahaca en 250 mililitros de agua, tomarlo tibio.	
Eufemia López de Jesús	Atzomitl (nombre náhuatl)	Para personas que presenten hongos y mal olor en los pies.	Hervir con tres litros de agua y agregar un manojo de esta hierba. Dejar enfriar y ponerlo en una bandeja para sumergir los pies.	

Amalia Galeote	Herrera	Artemisa	Tiene la facultad de provocar y regular la menstruación en caso de periodos irregulares.	Se pone a hervir agua, cuando ya esté hirviendo se agrega un puño pequeño de artemisa, se mantiene en ebullición por 10 minutos se deja entibiar, se toma tres veces al día.	
Micaela Olmos	Silva	Berenjena	Sirve para bajar de peso y contiene muchas vitaminas.	Una pieza de berenjena cortarla en pedazos y agregarle dos litros de agua y dejarlo reposar por toda la noche y al día siguiente servirlo en un vaso y tomarlo en todo el día.	
Bernardina Méndez		Calanca	Para dolor de estómago.	Tres pedazos de calanca en 250 mililitros de agua, tomar una taza al día.	
Amalia Galeote	Herrera	Canela, romero y chocolate	Para cólicos menstruales.	Tres pedazos de canela, más dos ramas de romero y un pequeño pedazo de chocolate; tomarlo durante la menstruación.	
Bernardina Méndez		Cacapa (nombre nahutl)	Para personas que presenten fiebre y lleven varios días sin que se les pueda quitar.	Se lavan estas hojas y se agrega manteca y carbonato, posteriormente se aplica en el estómago.	
Eufemia López de Jesús		Cabello de elote (mozote)	Para la limpieza de los riñones.	Hervir en un litro de agua un manojo del cabello del elote y tomarlo como agua de tiempo.	
Eufemia López de Jesús		Cholulo	Para personas que presenten caspa en el cuero cabelludo.	Diez bolitas de cholulo molerlo de preferencia en un molcajete, aplicarlo en cada baño.	

Bernardina Méndez	Hierbabuena	Ayuda para el dolor de estómago y tratar la colitis.	Hervir 250 mililitros de agua y agregar dos ramas de hierbabuena, tomar una tasa tres veces al día.	
Eufemia López de Jesús	Epazote de zorrilla	Sirve para la diarrea, además como desparasit ante (lombrices, mal de bolitas, amibas), la disentería, indigestión, bilis, empacho, vómito, en casos de dolor y fríos en el estómago.	Tres ramas de esta hierba en 250 mililitros de agua, tomarlo tibio hasta que se sienta alivio.	
Amalia Herrera Galeote	Escaramujo, también conocida como uña de gato.	Sus flores y hojas se usan como laxantes y cicatrizant es externos.	Hervir 500 mililitros de agua, agregar 5 hojas de escaramujo, después que haya entibiado tomarse una taza.	
Amalia Herrera Galeote	Fumaria	Se usa como cicatrizant e externo.	Usar 500 mililitros de agua, agregar 4 ramas, dejar hervir y tomarlo dos veces al día.	
Micaela Silva Olmos	Jengibre	Ayuda en la lucha contra el cáncer, la diabetes, el hígado graso (no-alcohólico), el asma, las infecciones bacterianas y fúngicas, es uno de los mejores remedios disponibles contra el mareo por	Hervir tres tazas de agua, agregar una cucharada de jengibre, dejar hervir por 15 minutos, enfriar, colarlo y tomarlo.	

		movimiento, embarazo o quimioterapia.		
Eufemia López de Jesús	Laurel	Sirve para reducir síntomas de enfermedades respiratorias como gripe y bronquitis.	Se coloca diez gramos de laurel en un litro de agua se deja hervir, tomar tibio media taza por tres veces al día.	
Micaela Silva Olmos	Manzanilla	Para dolores de estómago; así mismo alivia los dolores de la salida de los dientecitos en los bebés.	Tres ramitas de manzanilla en 250 mililitros de agua, servirlo tibio.	
Eufemia López de Jesús	Menta	Beneficios en el sistema respiratorio, para la tos, resfriados, asma, alergias y tuberculosis.	Hervir un puño pequeño de menta en doscientos mililitros de agua, tomar media taza dos veces al día.	
Bernardina Méndez	Orégano	Para personas que presenten tos excesiva y para quienes tengan problemas de la digestión.	Hervir un litro de agua, agregar dos cucharadas de orégano, dejar hervir por cinco minutos, tomar una taza por la mañana y otra por la noche; en caso de tos y para la digestión se recomienda tomárselo después de cada comida.	
Amalia Herrera Galeote	Pirul (couino)	Para personas que tengan frialdad en el cuerpo.	Hervir un manojo en 6 litros de agua, posteriormente aplicarlo en el baño.	

Eufemia López de Jesús	Rosa de castilla	Para infecciones intestinales .	Diez hojas de rosa de castilla en medio litro de agua, tomarlo dos veces al día.	
Amalia Herrera Galeote	Ruda	Se utiliza para disminuir la sensación de dolor en golpes o heridas. Además, las infusiones de esta planta reducen la ansiedad y el nerviosismo; así también para cólicos en mujeres combinándolo con otros ingredientes.	Utilizar 5 ramas de ruda hervirlo en un litro de agua y tomarlo como agua del tiempo.	
Bernardina Méndez	Sábila	Para personas que tengan caspa en el cabello, así también para darle brillo.	Utilizar una rama de sábila y moler en un molcajete hasta hacerlo puré, aplicarlo en el baño.	
Amalia Herrera Galeote	Sauco	Sirve como laxante, antiséptica o cicatrizante.	Utilizar 2 cucharadas de hojas secas y molidas en medio litro de agua y tomarlo tibio.	
Amalia Herrera Galeote	Tomillo	El uso externo es en gárgaras para tratar la gingivitis y el mal aliento, en compresas para los dolores reumáticos y en forma directa	Hervir 250 mililitros de agua y agregar un gramo de tomillos, colarlo y tomarlo o aplicarlo tibio.	

		para lavar heridas.		
Eufemia López de Jesús	Romero	Se utiliza para ayudar a aliviar el dolor muscular, mejorar la memoria, y promover el crecimiento del cabello.	Hervir 250 mililitros de agua, agregar dos gramos de romero, dejarlo 5 minutos, posteriormente se cuele y se toma tibio.	

Figura 3. De izquierda a derecha: C. Amalia Herrera Galeote, C. Eufemia López de Jesús y C. Bernardina Méndez.



En la figura 3 se muestran algunas de las personas conocedoras de estas tradiciones ancestrales y quienes brindaron la información aquí presentada.

**CONCLUSIÓN**

La medicina tradicional en San José Miahuatlán está muy arraigada, puesto que el 90% de las personas acuden con algunas de las personas para curar o mitigar las enfermedades o molestias del cuerpo. Es importante, que se sigan preservando estas costumbres y tradiciones de generación en generación, son de fácil utilización y no afectan al organismo. Cruz, 2007 en su trabajo “Plantas medicinales de San Lucas el Grande, Puebla” registró 175 especies utilizadas por la población para aliviar malestares o curar enfermedades. Barranco, 1990 en su investigación sobre “Exploración etnobotánica de plantas medicinales en Zoloquiapan, municipio de Tilapa y Santa Cruz Boqueroncito, municipio de Tehuitzingo, estado de Puebla” reportó 90 especies. Rodríguez, 1991 en su libro “Flora útil de los estados de Puebla

y Tlaxcala” reporta 166 especies útiles pertenecientes a 59 familias vegetales (que representan más del 50% de la flora local), el más importante es el medicinal que incluye 113 especies. Paredes, 2002 en su trabajo “Contribución al estudio etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de Salinas, Puebla”, enlistó 391 especies, 78 familias y 223 géneros, para diversos usos y en el caso de las plantas medicinales reporta 90 especies. Así mismo, Bye y Linares, 1983 en un estudio de la actividad antibacteriana de las plantas reportadas como medicinales de San Rafael, Coxcatlán, Puebla, localizaron 14 especies.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Barranco, G., M. de los A. (1990). Exploración etnobotánica de plantas medicinales en los huertos familiares de las comunidades de Baqueroncito, municipio de Tehuiztzingo, Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 109 p.
- Bye, R. y Linares, E. (1983). The role of plants found in Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology* 3:1-13.
- Cruz G, R. A. (2007). Plantas medicinales de nueve comunidades en la frontera entre Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán y Aquixtla, Puebla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco. Edo. de México.
- Del Río, L. J. C. (2005). Organización de Médicos Indígenas de la Mixteca A. C. Enfermedades que cura la medicina tradicional. Extraído de <http://www.cdi.gob.mx/participacion/omima/descripcion.htm>
- Google maps. [www.google](http://www.google.com/maps) maps San José Miahuatlán, Puebla.
- Gutiérrez, A. G. (2014). Monografía de San José Miahuatlán. Extraído de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21129a.html>
- México desconocido. (s.f.). Medicina Tradicional. Extraído de <https://www.mexicodesconocido.com.mx/medicina-tradicional-curando-el-alma-y-un-poco-mas.html>
- Moncada, G. (2019). Medicina indígena tradicional, vestigio prehispánico aún vigente. 27 de mayo de 2019. Síntesis.
- Ortiz de Montellano, B. (s.f.). Medicina y salud en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana* núm. 74, pp. 32-47.
- Paredes, F., M. (2002). Contribución al estudio etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura. FES, Iztacala. UNAM. México. D. F. 109 p.
- Rodríguez, A., M. (1991). Flora útil de los Estados de Puebla y Tlaxcala. Universidad Autónoma de Puebla, Gobierno del Estado de Puebla, Comisión Puebla V Centenario. Puebla, México. 144 p.
- Zolla, C. (s.f.). La medicina tradicional indígena en el México actual. *Arqueología Mexicana* núm. 74, pp. 62-65.

---

# REVIEW SOBRE LA PINTURA COMO UNA NUEVA TECNOLOGÍA

CRISTIAN MAURICIO REYES<sup>1</sup>, JUAN MANUEL SEGUNDO FRANCO<sup>2</sup>, JOSE LUIS SÁNCHEZ CASTILLO<sup>3</sup>

## RESUMEN

“la pintura inteligente como una nueva tecnología”,

El presente trabajo es un review que trata sobre la nanotecnología más explícitamente la aplicación de pintura en la industria automotriz y a casas con recubrimiento de pintura inteligente, estos últimos años se ha dado un auge aplicado hacia la pintura a casas ya que podrían tener numerosos beneficios tales a que con la implementación de nuevas tecnologías en estos, como lo son recubrimientos o pinturas que puedan detectar fallas estructurales en edificios o puentes, viendo que se están implementando sensores, por otra en la industria automotriz implementando pintura que se encuentre conectada a través de sensores en todo el auto que detecte averías que este pueda tener y evitar algún accidente. La aplicación de la nanotecnología tiene gran importancia en las pinturas inteligentes ya que tienen amplias prestaciones en cuanto a sus propiedades como lo son: mecánicas, eléctricas, ópticas, térmicas y químicas excepcionales que lo hacen apto para mejorar numerosos productos ya existentes e incluso para generar nuevos materiales.

Palabras Clave: innovación, nanotecnología, desarrollo, mejora, automotriz, casas inteligentes.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán  
cristianmauricio580@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán  
jsegundo.97@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán joseluissanches0354@gmail.com

**ABSTRACT**

In order to talk about the history of car painting, we must focus first on the history of painting. This dates back to a small insect, called lacquerker, which at one time was widespread in northern India, from which its red pigment was extracted. It all started with a lacquer, however, the enamel had a first boom in ancient China where bronze cult objects were decorated with enamel inlays. Over the centuries, in Asia the use of enamel for decorative purposes became an art. From the first vehicles that were manufactured at the beginning of the previous century to the current ones that are presented in the automotive salons, the painting has accompanied the development of the automobile providing solutions to the industry.

Palabras Clave: innovación, nanotecnología, desarrollo, mejora, automotriz, casas inteligentes.

**INTRODUCCIÓN**

Para poder hablar de la historia de la pintura para coches debemos centrarnos antes en la historia de la pintura. Esta se remonta a un pequeño insecto, llamado kerria laca, que en una época estuvo muy extendido en el norte de la India, del cual se extraía su pigmento rojo. Todo empezó con una laca, sin embargo, el esmalte tuvo un primer auge en la antigua China donde los objetos de culto de bronce se decoraban con incrustaciones de esmalte. A lo largo de los siglos, en Asia el uso del esmalte con fines decorativos se convirtió en un arte. Desde los primeros vehículos que se fabricaban a principios del siglo anterior hasta los actuales que se presentan en los salones automotrices, la pintura ha acompañado al desarrollo del automóvil aportando soluciones a la industria.

## Las pinturas en carrocerías

figura 1 Renault incorporando la pintura inteligente en su nueva gama de vehículos



Las carrocerías han evolucionado hacia sistemas mucho más rígidos, pero también más ligeros, debido a los avances en el diseño y forma de las estructuras. Todo -esto ha hecho que los vehículos actuales tengan una buena habitabilidad, menores coeficientes aerodinámicos, una rigidez necesaria para tener un buen comportamiento dinámico facilitando la conducción a elevadas velocidades y mayor protección en caso de accidente, tal el caso de la marca Renault que esta incorporando pintura anticorrosión en los autos de su gama más alta como se muestra en la figura uno, (Rojas, 2017)

La pintura automotriz es un trabajo que se realiza en todo el mundo, tanto en fábricas de coches como en talleres de reparación. Desde la creación del automóvil se usaba como forma de decoración y embellecimiento, pero esa no es la función principal, ya que su utilización principal es la prevención de corrosión al metal, es decir, la oxidación. (Rojas, 2017)

Pinturas opacantes.

Tienen un índice de refracción mayor que el de las resinas utilizadas, por lo cual la luz que penetra en la película pigmentada es refractada varias veces antes de llegar al sustrato. (vernicy spray, 2013)

En el mercado actual se utilizan tres tipos de pinturas:

Acrílicas (AC) Estas son de secado rápido y manipulación fácil lo cual proporciona un acabado de semi brillo. El tiempo de secado para poder manipularlo puede tardar entre 30 minutos hasta 1 hora, y el secado completo tarda 1 día.

Poliuretano (PU) Estas se secan en presencia de un catalizador. Este tiene un acabado brillante y mate. Su secado puede variar según la cantidad de

catalizador agregado. Para manipularlo tarde entre 1 a 2 horas y el secado completo es de 1 a 2 días.

Poliéster o también denominada “base”. Tiene un rápido secado que hace que el trabajo sea mucho más fácil. Tiene un acabado opaco. Se necesita usar el barniz para dar brillo. Su tiempo de secado para su manipulación es de 10 a 30 minutos y el secado definitivo tarda unas 12 horas dependiendo el tipo de pintura como se muestra en la figura 2. (alvarez, 2007)

figura 2 tipos de pintura comercial



La industria química se centró en superar las dificultades y en 1933 se volvió a dar un gran paso. Se comenzó a utilizar la pintura sintética a base de resinas alquímicas, las cuales lograban un mayor relleno y un acabado mucho más brillante. A principios de los años 60 se comenzó a utilizar otro tipo de resinas, las acrílicas. Y poco tiempo después aparecieron las llamadas pinturas metalizadas. Este nuevo tipo de pintura se hizo muy popular, aunque presentó algunos inconvenientes, como por ejemplo que la superficie quedaba oxidada y se desprendían con el tiempo. Pero como respuesta ante la necesidad de subsanar estos problemas se introdujo el sistema bicapa, el cual consiste en aplicar los pigmentos de aluminio junto con los de color en una primera capa llamada “capa de base color”, y más tarde recubrirlo todo con una capa de barniz transparente.

Smart Aire Puro: La pintura que filtra, limpia y depura el aire.

figura 3 usos purificantes de la pintura Smart aire puro



Pintura plástica de acabado blanco mate para uso interior con efecto foto catalítico que elimina sustancias nocivas para la salud purificando el aire de la polución y olores. Otra característica importante es su efecto autolimpiante consiguiendo paredes y techos limpios por más tiempo como se puede ver en la figura 3.

Smart Aire Puro está recomendada para espacios de uso público como hospitales, residencias, hoteles, guarderías, colegios, habitaciones infantiles, oficinas, centros deportivos, piscinas cubiertas, vestuarios, viviendas, etc. (sancho, 2009)

Smart Anti-radiaciones: Elimina las ondas electromagnéticas.

Pintura plástica de color negro mate compuesta por grafito natural que reduce hasta un 99% las ondas electromagnéticas (alta frecuencia) y campos electromagnéticos alternos (baja frecuencia) como pueden ser señales de telefonía, 4G, Wifi, etc, este tipo de pintura ya es comercial en muchas partes del mundo como se puede ver en la figura 4. (sancho, 2009)

figura 4 la pintura anti-radiaciones



Smart Anti radiaciones es muy recomendable para uso en zonas sensibles como habitaciones infantiles, dormitorios, salas de estar, despachos, habitaciones de hotel, hospitales, consultas médicas, jardines de infancia, escuelas, etc., la pintura comercial es variada, pero una de las más eficientes la ofrece suberlev.

Blatem desarrolla B-Green, una pintura inteligente que atrapa el formaldehído

Pinturas Blatem ha lanzado una nueva gama de soluciones sostenibles capitaneada por B-Green, una pintura inteligente cuya principal ventaja es que atrapa el formaldehído presente en el ambiente convirtiéndolo en un producto inocuo.

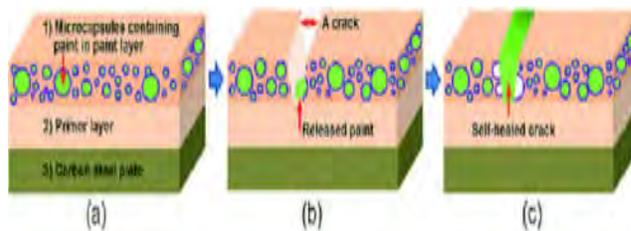
El formaldehído es un compuesto orgánico volátil (COV) que se comporta a temperatura ambiente como un gas incoloro. Por tanto, se encuentra habitualmente presente en las viviendas y lugares de trabajo ya que forma parte del ambiente cotidiano que tocamos y respiramos.

B-Green es una opción excelente para terminar con este problema pues reacciona frente el formaldehído a nivel molecular. Lo atrapa dentro de la pintura y lo convierte en un producto inocuo, de tal forma que reduce significativamente la cantidad de formaldehído que las personas respiran. (sancho, 2009)

Pinturas autocurantes (Self Healing)

El principio de las pinturas autocurantes se basa en que durante su fabricación se pueden incorporar elementos encapsulados a la matriz de pintura. Para el caso de las pinturas anticorrosivas, catalizadas, se pueden incorporar, separados, la resina base y el catalizador. Así, ante un daño mecánico externo se rompen las capsulas y la resina se pone en contacto con el catalizador, ocurriendo la reacción y solidificación del sistema, lo que repone la integridad del recubrimiento véase en la figura 5.

figura 5 pintura con capsulas de resina



El encapsulado es una tecnología muy interesante porque a través del mismo pueden incorporarse muchas funcionalidades a la pintura. Se pueden colocar fragancias, resinas termo-endurecibles y agentes antimicrobianos, por ejemplo, cuya liberación puede ser programada, dependiendo del material que constituye la capsula. (Rojas, 2017)

Fosfato de zinc usado en la pintura.

El fosfato de zinc ha sido utilizado como pigmento inhibidor de la corrosión en pinturas anticorrosivas. Sin embargo, debido a que el fosfato causa eutroficación de reservas de agua dulce y el zinc es un catión pesado, se está buscando limitar su uso. Entre las estrategias desarrolladas, se ha estudiado la incorporación de zeolitas, intercambiadores iónicos naturales, intercambiando los iones sodio presentes en éstas por iones pasavantes pertenecientes al grupo de las tierras raras. (sol natasha roselli, 2012)

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- alvarez, j. p. (2007). expresion grafica en la ingenieria. escuela univercitaria de ingenieria aeronautica.
- Rojas, J. T. (17 de agosto de 2017). impra latina pinturas y recubrimientos. Recuperado el 2 de octubre de 2019, de <https://www.inpralatina.com/201708117078/articulos/pinturas-y-recubrimientos/pinturas-inteligentes.html>
- sancho, j. c. (2009). gigahertz. Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de <https://gigahertz.es/index.php>
- sol natasha roselli, m. c. (2012). tierras raras como pigmentos anticorrosivos para la eleboracion de pinturas inteligentes. argentina : congrso del medio ambiente
- vernicy spray. (enero de 2013). Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de [www.vernicispray.es](http://www.vernicispray.es)

---

# SISTEMA DE GESTIÓN EN EL TRABAJO BASADO EN LA ISO 45001:2018 EN LA EMPRESA CONSTRUCCIONES, MAQUINARIA Y CONTROL S.A. DE C.V

CYNTHIA JEANNETTE AMORES MENDOZA<sup>1</sup>, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ<sup>2</sup>, ARLENY LOBOS PÉREZ<sup>3</sup>,  
JORGE ESTÉVEZ LAVÍN<sup>4</sup>

## RESUMEN:

El objetivo fue desarrollar una propuesta de gestión en Seguridad y Salud ocupacional bajo la Norma ISO 45001:2018 en los trabajadores de la empresa Construcciones, Maquinaria y Control S.A. de C.V. departamento de obra civil, se realizó investigación cualitativa con preguntas a cada trabajador con un nivel descriptivo pues se mostraran los resultados tal como se obtuvieron en sus respuestas, un método inductivo, pues de cada trabajador se obtuvo un resultado general con respecto a la Seguridad y Salud Ocupacional según la Norma ISO 45001: 2018 y un diseño pre experimental, con una muestra de 20 trabajadores, y como resultado un 65% desconoce las normas de seguridad y los peligros potenciales de su trabajo y el 35% restante conoce algunas consecuencias pero no sus soluciones. Después de realizar las charlas donde se han Identificado los Peligros y Riesgos, así como explicar la importancia de contar con un plan de seguridad que brinde apoyo a los trabajadores y que la empresa considere los resultados obtenidos para apegarse en mejorar en el Trabajo según la Norma ISO 45001:2018, se volvió a evaluar a los trabajadores con entrevista, arrojando mejores resultados. Se concluye que hubo mejora luego de la implementación de un plan de seguridad.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
Cynthiamores01@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
magdalena.hernandez@itstb.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
arleny.lobos@itstb.edu.mx

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
jorge.estevez@itstb.edu.mx

Palabras claves: seguridad y salud laboral.

## **INTRODUCCIÓN**

La seguridad y la salud en el trabajo han sido tema de interés en las diferentes etapas del desarrollo histórico de la sociedad, por lo que la formalización de sus métodos y fines, así como las normas bajo las cuales debiera regirse, son el resultado de la producción investigativa de profesionales de diferentes especialidades.

Los sistemas de gestión de seguridad y salud no existían en la empresa, por tanto el objetivo de disminuir o evitar la ocurrencia de incidentes, accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales, lo cual responde básicamente a las inminentes insuficiencias que muestran la implementación de este sistema en la empresa. Considerar el apego a la norma 45001 versión 2018 significa mejorar en gran medida la calidad de la seguridad de los trabajadores.

Según la Organización Mundial de la Salud, define a esta “como una actividad multidisciplinaria que promueve y protege la salud de los trabajadores. Esta disciplina busca controlar los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de las condiciones de riesgo.

En palabras de Escalona (2006) citado por Riaño (2015), “el trabajo puede convertirse en un promotor de la salud o en un factor de riesgo para los colaboradores ya que estos, pasan más de la tercera parte de su día en su lugar de trabajo” (p.184) y, necesariamente están expuestos a los agentes físicos, químicos, ergonómicos o psicosociales que están presentes en su entorno laboral. La salud del capital humano, repercute de manera directa en la salud pública de un territorio y en el desarrollo integral del mismo (Hernández Palma, 2011), por tanto, es importante que el Estado y las compañías privadas conciban la importancia de la prevención y, aseguren los procesos y herramientas que permitan que la fuerza laboral desarrolle sus actividades de forma segura.

“La salud en el trabajo y el ambiente de trabajo saludable son los más grandes valores que puedan tener los individuos, las comunidades y los países. La salud ocupacional es una importante estrategia no únicamente para garantizar la salud

del trabajador sino también para contribuir positivamente a la productividad, calidad de productos, motivación de trabajo, la satisfacción del empleo y de esta manera implementar la calidad de vida de los individuos y la sociedad” (OMS, Salud ocupacional para todos. Estrategia mundial, Ginebra, 1995)

En este sentido a partir del diagnóstico realizado a los trabajadores del área de construcción en la empresa seleccionada del municipio de Pajapan, ver. , nos permitió dilucidar la existencia de insuficiencias que persisten en el momento de dimensionar y estructurar sus elementos, los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores, así como la función que desempeñan los jefes en cada una de las fases de su trabajo, implementación y control, etc.

Con ello nos permite proponer un análisis y gestión en seguridad y salud dentro de la empresa tomando como punto de referencia a la norma 45001: 2018.

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

El problema de investigación se basa en analizar y encontrar los aspectos que ponen en riesgo la seguridad y la salud de los trabajadores de obra pública de la empresa mencionada y las alternativas que puede ofrecer la norma 45001:2018 a dicha empresa.

#### **METODOLOGÍA**

Al iniciar el análisis y descripción de la metodología utilizada se distingue que un trabajador con salud y laborando en condiciones adecuadas de seguridad, será un aporte de mayor eficacia y eficiencia, reflejada en mayor productividad. El objetivo de este trabajo es llevar a consideración de los jefes de la empresa, una metodología para la identificación de peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad en el trabajo basada en los principios de la norma 45001:2018 los cuales serán integrados en el sistema de calidad que posee la empresa dedicada a la construcción de obras.

El propósito de la investigación es conocer porque se originaron estas condiciones tan precarias de trabajo, razones de la inseguridad al trabajar en obra, los inexistentes lineamientos de salud. Para diseñar una propuesta sustentable dentro de la empresa el personal gerencial debe tomar en cuenta:

- Tomar decisiones que incidan directamente en la raíz del problema a tratar
- Re direccionar cada una de las tareas que cada personal debe realizar, sin exceder labores que pongan en peligro su integridad.
- El seguimiento de las acciones que se llevaran a cabo durante todo el proceso por los jefes y gerentes.

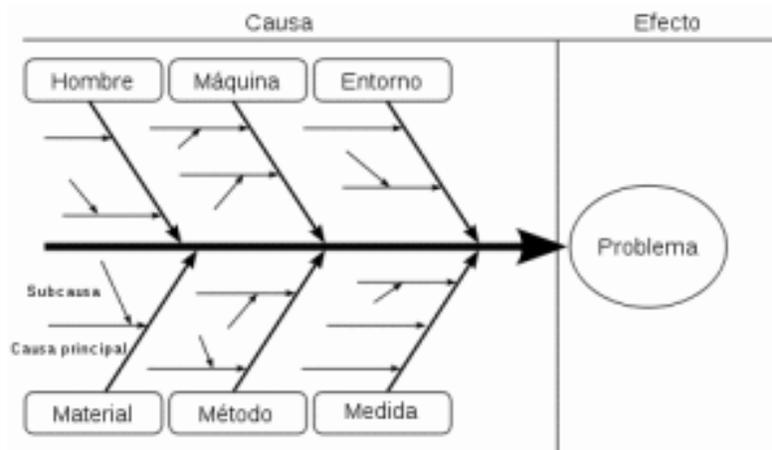
En esta empresa no existen precedentes de ningún tipo de análisis, mucho menos de algún tipo de Gestion por velar sobre la seguridad de los trabajadores, debido a ello se propone en este trabajo analizar las causas más importantes de riesgos laborales en dicha área y sus posibles soluciones, realizando un análisis con el método Ishikawa debido a que esta metodología ayuda en el desglose de prioridades en cuanto a necesidades de la empresa, haciendo evidente también las posibles alternativas de solución, así como la relación que debe existir el trabajar bajo algunos puntos de la norma 45001: 2018. Con esto se pretende detallar y analizar los puntos más importantes encontrados a lo largo de la investigación, clasificar y presentar las evaluaciones para la proyección de soluciones a cada una de las cuestiones.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, quien a su vez estaba muy interesado en mejorar el control de la calidad.

Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. También es denominado diagrama de Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. El diagrama causa-efecto está compuesto por un recuadro que constituye la cabeza del pescado, una línea principal, que constituye su columna, y de 4 a más líneas apuntando a la línea principal formando un ángulo de unos 70°, que constituyen sus espinas principales. Cada espina

principal tiene a su vez varias espinas y cada una de ellas puede tener a su vez de dos a tres espinas menores más.

Figura 1 esquema método Ishikawa tomado de internet.



Los pasos para su elaboración son los siguientes:

1. *Constituir un equipo de personas multidisciplinar.*
2. *Partir de un diagrama en blanco. Lógicamente para ir rellenándolo desde cero*
3. *Escribir de forma concisa el problema o efecto que se está produciendo*
4. *Identificar las categorías dentro de las cuales se pueden clasificar las causas del problema. Generalmente estarán englobadas dentro de las 4M (máquina, mano de obra, método y materiales).*
5. *Identificar las causas.* Mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, el equipo debe ir identificando las diferentes causas para el problema. Por lo general estas causas serán aspectos específicos, propios de cada categoría, y que al estar presentes de una u otra forma están generando el problema. Las causas que se identifiquen se deberán ubicar en las espinas que confluyen hacia las espinas principales del pescado.
6. *Preguntarse el porqué de cada causa (pero no más de 2 o 3 veces).* En este punto el equipo debe utilizar la técnica de los 5 porqués. El objeto es averiguar el porqué de cada una de las causas anteriores.

Generalidades de la Norma ISO 45001: 2018

Es una norma internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional (en inglés: OH&S, en español SST) y proporciona

indicaciones para su uso, para permitir a las organizaciones proporcionar trabajos seguros y saludables, prevenir accidentes en el trabajo y problemas de salud, además de mejorar SST de manera proactiva.

Es aplicable a cualquier organización que desee establecer, implementar y mantener un sistema de gestión para mejorar la salud y la seguridad en el trabajo, eliminar los riesgos y minimizar los riesgos (incluidas las fallas del sistema), aprovechar las oportunidades de SST. Ayuda a una organización a alcanzar los resultados esperados de su sistema de gestión.

De acuerdo con la política de seguridad y salud de la empresa en el lugar de trabajo, los resultados esperados de un sistema de gestión SST incluyen:

- a) mejora continua de los servicios relacionados con la SST;
- b) cumplir con los requisitos legales y otros requisitos;
- c) logro de los objetivos para SST.

El estudio se centra en la obra de construcción, cuenta con una plantilla de aproximadamente 40 colaboradores y la organización se compone por: gerente General, Directores de obras, jefe de área, Personal administrativo y Personal operativo (construcción). En donde las principales funciones de la producción son el vaciado de cemento en obra, construcción y reparación de obras, colados intermedios y totales, así como trabajos de construcción con escuelas, hospitales y obra privada. Se utilizó la técnica de revisión de documentos, específicamente los mencionados al inicio, así como un muestreo a los actores involucrados en los procesos productivos y de dirección, mediante la utilización de la técnica de encuesta.

Por lo anterior y considerando que el área de construcción tiene una gran responsabilidad para crear las obras y trabajos, se visualiza la necesidad de reducir el índice de riesgos laborales que tanto le cuestan a la empresa, debido que como consecuencia se tienen atrasos en trabajos o en el peor escenario pérdidas humanas, lo cual repercute en el negocio del grupo, por lo cual para este proyecto se consideró la evaluación de los mayores riesgos en seguridad y salud, ya que son las que representan deficiencias con potencial impacto al crecimiento de la empresa a otros municipios.

De acuerdo al tipo de investigación la metodología de esta investigación será basada en el método de Ishikawa, debido a que se evaluarán los datos obtenidos de los riesgos mayores en los cuales no existe precedente de algún plan de acción por parte del personal encargado.

El universo de estudio muestra rasgos en común debido al tipo de trabajo al que se dedica la empresa, serán los jefes de la empresa quienes ejecuten dicho resultado y propuesta de mejora para su empresa.

Por lo que el objetivo de la investigación es optimizar el índice de desviaciones mayores en cuanto a riesgo laboral y salud en los trabajadores de obra, extendiendo el proyecto al resto de la empresa y así minimizar el número de peligros fuera de especificación teniendo como punto de ayuda a la norma 45001: 2018 y así lograr un incremento en la productividad de los procesos de obra y una reducción en riesgos laborales y de salud.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La revisión y análisis de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo arrojaron las siguientes dificultades:

Mediante una lluvia de ideas con gerentes, jefes de obra y personal general se pudo constatar que es insuficiente el control sistemático de los jefes de las entidades a las actividades previstas en el área de construcción.

El hecho de contar con una normativa específica en materia laboral como la ISO 45001:2018 que elimina la dispersión jurídica con respecto a este particular, no es suficiente para argumentar que esté en consonancia con las actuales condiciones de seguridad y salud presentes en la empresa mencionada, pues el principal problema radica en que los máximos jefes de estas todavía delegan la función de control a los jefes de área, los cuales desconocen los lineamientos correctos de trabajo, riesgos laborales, sistemas de protección y su uso.

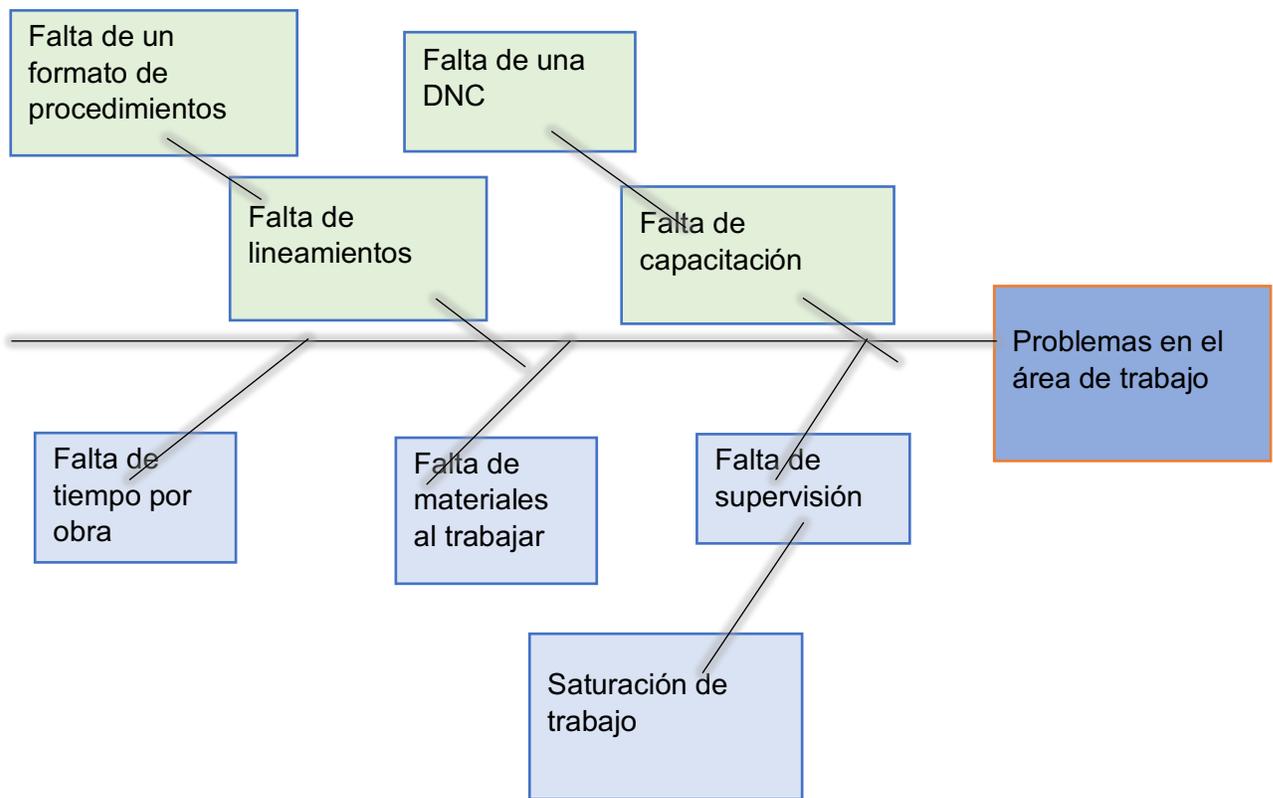
La no previsión de todos los riesgos incidentes en el ámbito laboral constituye todavía en la empresa muestreada una falta de pericia, los jefes de área olvidan la importancia que reviste la identificación de todos los riesgos que pueden afectar la seguridad y la salud de los trabajadores en la realización de su actividad laboral,

La falta de un plan de capacitación y superación tanto de los trabajadores como de los dirigentes en torno a esta temática y los riesgos, no responden en la mayoría de los casos a las necesidades particulares de estos destinatarios.

No existe una organización sindical, el sindicato debe estar presente de forma prioritaria en cada uno de los eslabones de la seguridad y salud en los centros; tanto en el levantamiento de riesgos como en la determinación de los medios de protección necesarios.

La herramienta que se utilizó para llegar a las causas-raíz fue el diagrama de Ishikawa, una vez identificadas las causas de los diversos problemas que surgen en la empresa, se estableció una charla formal con los encargados de la empresa para considerar que acciones emprender.

Figura 2 Diagrama de pescado. Elaboración propia.



Al observar el diagrama, se analiza que los problemas en el área de trabajo son visibles, tales como la falta de seguridad al flujo de personas ajenas a la empresa, la mala ejecución de las actividades esto al no contar con capacitación actualizada y especializada lo que provoca la inexistencia de una DNC (Detección de necesidades

de capacitación) que debiera aplicarse correctamente a los tiempos de la actividades y las obras de campo, la saturación de actividades bajo supervisión del personal a cargo, concluyendo así en un mal manejo de las actividades diarias por ausencia de lineamientos normativos encontrados en la ISO 45001 que no están estipulados de manera clara dentro de la empresa, a la falta de formatos o procedimientos en donde se mencionen las medidas de seguridad y salud mínimas e indispensables para cada trabajador de acuerdo a su puesto, en donde se incluyan los materiales y equipos de protección personal necesarios para salvaguardar la integridad física de los trabajadores de la empresa.

El examen de la muestra nos permite reafirmar, que a pesar de la existencia de una Norma de trabajo que puede ofrecer lineamientos básicos de control de seguridad y salud en el trabajo los encargados no la ponen en práctica.

De acuerdo a la encuesta aplicada a la muestra, se generalizan los riesgos más potenciales encontrados.

Figura 3 Tabla de contenido Elaboración propia

Grado de Incidencia	Riesgo encontrado
2%	Perdida humana
25%	Caídas de objetos
25%	Riesgo eléctrico
30%	Vuelco de maquinaria
50%	Uso adecuado de maquinaria
18%	Agentes personales y de gerencia

Con base en los datos obtenidos se observa que existe una mayor incidencia en riesgos laborales en el área debido al desconocimiento de operación adecuada de la maquinaria utilizada en las jornadas diarias, la inexistencia de manuales de trabajo que indiquen la forma de operar y cuidar la maquinaria, así como la supervisión de arranque de estas. Como se describió en la estrategia a seguir esta información le fue mostrada al encargado general así como a los jefes de área para ellos tomar decisiones de cómo implementar mejoras en el trabajo y evitar este tipo de afectaciones.

Es importante mencionar que de acuerdo a la norma ISO 45001: 2018 y el esquema "Estructura de alto nivel " en 10 puntos de requisitos:

- 1 objeto y campo de aplicación
- 2 referencias normativas
- 3 términos y definiciones
- 4 contexto de la organización
- 5 liderazgo y participación de los trabajadores
- 6 planificación
- 7 apoyo
- 8 operación
- 9 evaluación del desempeño
- 10 mejora

La empresa debe considerar retomar la organización de la empresa, el rol de liderazgo que les ofrece a los jefes de área, la planificación de lineamientos para mejorar el área laboral, la capacitación en los trabajadores y la forma de operar maquinaria, así como evaluar al personal y detectar irregularidades para prevenir riesgos a largo plazo.

Al aplicarle al personal encargado de la empresa la siguiente entrevista se detectaron más cuestiones en cuanto al trabajo que se realiza en la empresa y las carencias que esta presenta.

Nombre: \_\_\_\_\_

Puesto: Gerente

-Marque la respuesta que considere correcta según la cuestión.

Figura 4 entrevista. Creación propia

¿Considera que la empresa tiene las condiciones de trabajo necesarias para la realización de actividades de obra civil?	Si	No
¿Existen lineamientos para cuidar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores en la empresa?	Si	No
¿Considera necesario implementar actividades de cuidado a la salud y seguridad de los trabajadores de obra en la empresa?	Si	No
¿Considera que al aplicar normas de seguridad y salud las condiciones de los trabajadores y el rendimiento de la empresa mejorarían?	Si	No
¿Existe personal responsable de verificar estas condiciones de seguridad e higiene?	Si	No
¿Espera crear beneficios con los datos que se encuentren en la investigación propuesta y trabajar apegado a la norma 45001 en la empresa?	Si	No
¿Está dispuesto a dar su aprobación o seguimiento de dicha propuesta al finalizar el trabajo de investigación?	Si	No

¿La empresa podría ofrecer las herramientas de calidad para evaluar los resultados que se obtengan en este seguimiento y llevarlas a cabo a largo plazo?	Si	No
¿Conoce algunos lineamientos de la Norma ISO 45001?	Si	No
¿La empresa se compromete a dar a conocer la información recopilada y las acciones de mejora a los trabajadores?	Si	No

Entrevista dirigida a los trabajadores de área de construcción.

Nombre: \_\_\_\_\_

Puesto: \_\_\_\_\_

-selecciona la respuestas que considere mas apropiada a cada cuestion.

1. ¿Cómo considera la comunicación que tiene con sus superiores o compañeros de trabajo?

a) Excelente b) Buena c) Regular d) Mala

2. ¿Cada que tiempo el personal de la empresa recibe capacitación?

a) Cada mes b) Cada seis meses c) Cada año d) Nunca

3. ¿Cada que tiempo se realizan las actividades de supervisión utilizadas en la seguridad de la empresa?

a) Cada dos meses b) Cada seis meses c) Cada año d) Nunca

4. ¿Se realiza el seguimiento de la seguridad e higiene en las obras de la empresa?

a) Siempre b) Algunas veces c) Nunca

5. ¿Se ha presentado algún problema en el área de trabajo en base a la seguridad e higiene o ha ocurrido algún incidente?

a) Nunca b) Algunas veces c) Frecuentemente d) Casi siempre

6. ¿Se le ha dado mantenimiento a herramientas y equipos utilizados en las actividades de la empresa?

a) No b) Algunas veces c) Si d) No está enterado

7. ¿Existe alguna razón por la cual la empresa no supervisa o controla las condiciones de seguridad necesarias en el área de trabajo?

a) Falta de tiempo b) Falta de personal c) Falta de un instrumento de medición  
d) Actividades repetidas

8. ¿Cuándo fue la última vez que la empresa superviso las actividades que desarrollan en sus áreas de trabajo?

a) En esta semana b) Hace un mes c) Hace dos meses d) Hace más de dos meses

9. ¿Sabe usted si la empresa cuenta con los lineamientos de seguridad e higiene indispensables para salvaguardar la integridad física de los trabajadores?

a) Si cuenta b) No cuenta c) No está seguro

10. Mencione alguna duda o comentario que tenga para la mejora de las condiciones de salud y seguridad e higiene en la empresa.

Figura 5. Encuesta para trabajadores, creación propia

La encuesta arrojó los siguientes resultados:

- En cuanto al conocimiento de las normas jurídica que se basan en la norma aquí mencionada, el 70% no tiene noción en que consisten, y el 30% restante solo sabe a groso modo algunas implicaciones.

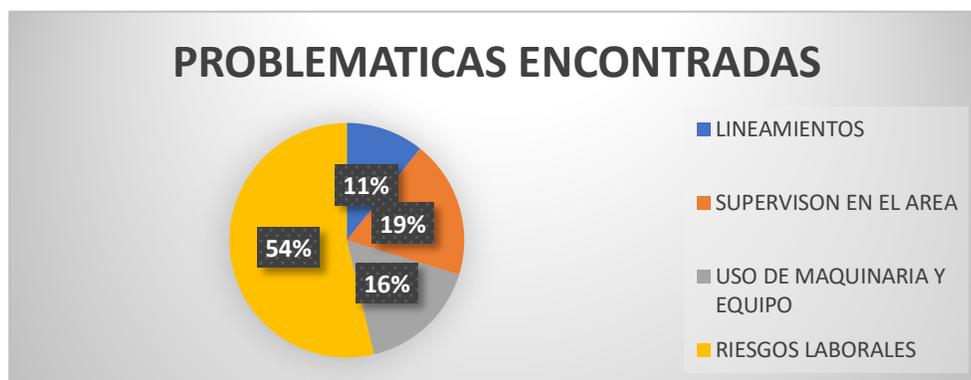
- La opinión de los encuestados con respecto a que si los jefes de área cumplen sus funciones al 100%, más del 50% menciona que los jefes solo entregan el proyecto y no se quedan a observar cómo se desarrolla, que dificultades presentan y como solucionar los incidentes que ahí se presentan.

- Con respecto a la participación del sindicato en cada una de las actividades, no existe un sindicato que los represente ya que al ser personal eventual no tienen derecho a tal ejercicio y solo los representantes legales de la empresa cumplen con esa premisa.

- En relación con que si el sistema diario de trabajo recoge todos los riesgos existentes en la empresa y que puede afectar a su seguridad y salud, 20 trabajadores (80%) respondieron que no, 8 (18%) refirieron que sí y 2 (2%) aludieron a que no sabían lo que son los riesgos en el ámbito laboral. Con respecto a que la política de seguridad y salud en el trabajo de la empresa no está en correspondencia con las necesidades y características de la organización interna, en este sentido 30 trabajadores (100%) coinciden con tal planteamiento.

- Con respecto a la participación activa de los trabajadores en la implementación de alternativas de solución, 25 trabajadores (85%) esgrimieron de que no hay una activa participación de los trabajadores en la implementación de alguna alternativa a la precaria forma de trabajo diario y a los riesgos, así como en las demás fases de estos sistemas, dígase: elaboración, control y evaluación. Por lo general, lo que sucede en la empresa es que los trabajadores ven y saben solo lo que el patrón les informa diariamente y no le dan la oportunidad de plantear sus criterios o carencias.

Figura 6. Grafica de barra. Creación propia.



Finalmente observamos que las problemáticas de mayor interés se encuentran en el área de riesgos laborales con un 54%, ya que al no contar con equipos de protección, asesoría en campo y una buena supervisión al trabajar y manejar equipo y maquinaria se sufre accidentes o riesgos laborales, los mismos que cuestan a la empresa.

Seguido por la falta de supervisión de los encargados de obra, lo cual se deriva de la falta de capacitación, lineamientos claros de lo que conlleva su puesto y las características de su persona ante los trabajadores.

### TRABAJO A FUTURO

En relación con las sugerencias que se recomendarían a los trabajadores para el perfeccionamiento de los Sistemas de seguridad y salud en el trabajo diario, es que exista mayor participación de los trabajadores en las fases de operación y ejecución de maquinaria utilizada, capacitación constante, la necesidad de que los trabajadores conozcan los riesgos y percances que pueden ocurrir al no usar el

instrumento adecuado o la protección necesaria, así como un lineamiento con todos los riesgos existentes en la empresa, así como mayor participación en las organizaciones sindicales en cada una de las actividades.

Disponer de medidas técnicas detalladas de prevención y protección, relacionadas con la seguridad en el lugar de trabajo y el uso adecuado de la operación de maquinaria y los equipos utilizados.

Que los encargados de la empresa busquen como prevenir los accidentes y los daños para la salud que sean consecuencia del trabajo, y que guarden relación con la actividad laboral u ocurran durante el trabajo en campo, así como las remuneraciones que de ello se deriven y con apego a la norma.

## **CONCLUSIONES**

El factor humano debe ser lo primordial adentro de una empresa, por eso la identificación de los riesgos en todos los puestos de trabajo constituye la base para la realización de un efectivo plan de prevención de riesgos en la empresas, en relación con el compromiso de todos los directivos y trabajadores de laborar con seguridad y evitar afectaciones a las personas, las instalaciones y al medio ambiente.

Es preciso afirmar, que el trabajo si bien es transversal a la vida del ser humano, puede convertirse en un factor de riesgo que genera enfermedades al capital humano, y favorece la ocurrencia de accidentes laborales. Por tanto, es necesario que las empresas de hoy se esfuercen por mejorar sus procesos de prevención y contemplen dentro de sus sistemas de seguridad y salud en el trabajo, un espacio en donde enfatizen en la importancia de los elementos de protección personal (EPP) como factores fundamentales para cuidado de los empleados, la constante capacitación y un ambiente seguro de trabajo.

Finalmente, es evidente que la normatividad debe ser considerada primordial, punto principal de partida en la protección integral de la fuerza laboral, puesto que no hay manera de verificar a ciencia cierta si todas las empresas, están cumpliendo o no con dotar a sus empleados con los EPP necesarios, y en la calidad que se requieren.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Anaya, A. (2006). Diagnostico de Seguridad e Higiene del Trabajo. Mexico, D.F.
- Arzat, M, A., & Gracia, B, A. (2016). Procedimiento de Acciones Preventivas y Correctivas, Mejora continua. Coatzacoalcos: MC.
- Freivalds A, N. (2014). Seguridad en el lugar de trabajo y de los sistemas. En Ingeniería industrial de niebel. Mexico, D.F.
- Garcia , A. (2013). Manual de gestion de seguridad y salud ocupacional. ecuador: guayaquil. E
- Gomez de Torre, N., & Tarabla, H. (2015). Accidentes laborales, enfermedades profesionales y uso de elementos de proteccion personal. <http://www.redalyc.org/org>.
- Hurtado ,A, E. (2008). Manual de seguridad y salud ocupacional, Anlasis personal. Mexico. D.F.
- Instituto Sindical de Trabajo, ambiente y Salud. (marzo de 2018). Obtenido de [www.istas.net/web/index.aspxidpagina=1233](http://www.istas.net/web/index.aspxidpagina=1233).
- Lopez Castillo, R. (1930). Accidentes de Trabajo (cuba), Molina y Cia. La Habana: Ricla.
- Montanares, C, J. (2011). Equipos de Proteccion Personal. Portal: seguridad, la prevencion y la salud ocupacional de chile. Santiago de chile.
- Torrens Alvarez , O. (2003). La gestion de seguridad y salud en el trabajo en el marco de la gestion de los recursos humanos en la empresa. La Habana: Iradia.

---

# IMPLEMENTACION DE ESTUDIO DEL TRABAJO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CALCETAS.

VIRGILIO CUAUTENCO HERNANDEZ<sup>1</sup>, LIZZETT RIVERA ISLAS<sup>2</sup>, LIZBETH HERNANDEZ ESCAMILLA<sup>3</sup>

## RESUMEN

En una empresa típica la producción se define normalmente en términos de productos fabricados o servicios prestados. En una empresa manufacturera los productos se expresan en número, por valor y por su grado de conformidad con unas normas de calidad predeterminadas (Kanawaty, 1996). El estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada, esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables (Rodríguez, 2008).

El presente trabajo muestra el estudio de los métodos, diseño del trabajo y la implementación de estándares de tiempo, incrementando la productividad mediante la eliminación de los desperdicios de materiales, tiempos de espera y esfuerzos, simplificando cada tarea y aumentando la calidad del producto, cumpliendo con los requisitos establecidos por el cliente, en la presente investigación analiza y mejora los métodos de trabajo actuales, con el fin de generar un producto de calidad en tiempo y forma con el menor costo de producción posible

Palabras Clave: Desperdicios, Costo de producción, Métodos de trabajo

## ABSTRACT

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango  
cuautenco@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango  
lizzarivera1976@outlook.es

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango lizblue32@hotmail.com

In a typical company, production is usually defined in terms of manufactured products or services provided. In a manufacturing company, products are expressed in number, by value and by their degree of conformity with predetermined quality standards (Kanawaty, 1996). The study of times is a technique to establish a standard time allowed to perform a given task, this technique is based on the measurement of the content of the work with the prescribed method, with due supplements due to fatigue and personal and unavoidable delays (Rodríguez, 2008). This paper shows the study of methods, work design and the implementation of time standards, increasing productivity by eliminating waste of materials, waiting times and efforts, simplifying each task and increasing the quality of the product, fulfilling with the requirements established by the client, in the present investigation it analyzes and improves the current working methods, in order to generate a quality product in time and form with the lowest possible production cost

Key words: Waste, Production cost, Work methods

## **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día los cambios continuos en la industria, obligan a estas a incrementar su productividad en un esfuerzo por ser más competitivas sin deteriorar la calidad. El aumento de la productividad se refiere al aumento de la producción por hora-trabajo. El estudiar los métodos de trabajo y diseñar nuevas actividades tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempos y esfuerzos; además hacer más fácil cada tarea y aumentar la calidad del producto, satisfaciendo así al cliente. En este proyecto se mejorarán los métodos de trabajo actuales, con el fin de generar un producto de calidad a tiempo y con el menor costo posible, las técnicas fundamentales a utilizar son: métodos, estándares y diseño del trabajo.

La capacitación en estos campos muestra de gran manera como se efectúa la producción, donde se lleva a cabo, cuando se realiza y cuanto se tarda. Los conocimientos adquiridos en esta área serán de gran importancia para el fortalecimiento de la empresa.

El departamento de producción es el área más importante de la empresa, es aquí más que en otra parte, en donde la actividad de métodos y estudio del trabajo influye para que la iniciativa y el ingenio se ocuparan para desarrollar herramientas eficientes, relación entre hombres y maquinas con antelación a la producción, para asegurar que el producto cumpla con todas las especificaciones que el cliente pide. En este proyecto también se hablará de la importancia de tener capacitación para los operarios, ya que de ellos depende en gran medida la producción que la empresa realice, pues no se cuenta con herramientas ni maquinas automatizadas, que realicen estas funciones de producción de igual manera, todo esto con el objetivo de implementar formas de trabajo estándares para todas las áreas y operadores, facilitando así el trabajo en conjunto de la organización.

Uno de los principales problemas con el que se trabajó en este proyecto fue la resistencia al cambio, que presentaban gran parte de la organización y fue uno de los factores más importantes en el que se trabajó, para la culminación del proyecto final con resultados óptimos.

## **METODOLOGÍA**

Conocimiento del área o recopilación de información.

Un buen programa de ingeniería de métodos sigue un proceso ordenado, que inicia con la selección del proyecto y termina con su implementación. Se inició recopilando toda la información pertinente de la línea de producción, para la detección del problema de manera clara y lógica. Desde el almacén de llegada hasta el almacén de producto terminado.

Análisis de datos y diagnóstico.

Se realizó una descripción clara de la situación mediante algunas herramientas estadísticas como los diagramas de Ishikawa y Pareto, y del mismo modo se definió la problemática y los planes de acción.

Desarrollo, aplicación y evaluación del método ideal.

Se formuló un método de trabajo ideal, basándose en los resultados obtenidos, de esta manera se enfocaron los esfuerzos en el factor humano y en la línea de producción. Las técnicas fundamentales que dieron como resultado incrementos en

la productividad fueron: Métodos, estándares de tiempos y diseño del trabajo. Durante la aplicación del método se evaluaba el desempeño y se realizaban los cambios o adecuaciones necesarias.

**Estudio de tiempos**

Se tomaron los tiempos de las principales actividades en la línea de producción para poder establecer estándares de trabajos adecuados.

**Establecer estándares.**

Una vez determinadas todas las actividades y establecidos los tiempos, se procedió a incorporar a la nueva metodología, los tiempos determinados para que todos los trabajadores tengan la misma forma de trabajo y el mismo desempeño.

**Evaluación y seguimiento.**

El seguimiento del nuevo método es un aspecto crítico para mantener un centro de trabajo operando de forma continua y eficiente, por lo que se evaluaron los resultados de los nuevos procedimientos de trabajo y se generó un plan de seguimiento para estos.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las técnicas fundamentales que dieron como resultado incrementos en la productividad fueron: Métodos, estándares de estudio de tiempos y diseño del trabajo. El diagrama de procesos operativos actual hizo evidente que uno de los problemas en el flujo de proceso son los almacenes de producto en proceso (APP), ya que se manejaban dos durante el proceso, además de los almacenes inicial y final. Una vez recopilada el resto de información del proceso, los problemas encontrados fueron las cantidades de desperdicio y re trabajo, manejo excesivo de materiales, en términos de la distancia o del costo y, sobre todo, operaciones “cuello de botella”. Como se muestra en la tabla 1.

Figura 1. Principales factores que afectan en la producción

Tipo de error	Porcentaje de errores (contribuciones %)	% del total acumulado
---------------	---	--------------------------

a.-Factor humano.	41%	41%
b.-Metodología usada.	31%	72%
c.-Defectos en el producto.	15%	87%
d.-Condiciones de trabajo.	7%	94%
e.-Capacitación.	3%	97%
f.-Equipo y herramientas.	2%	99%
g.-Otros.	1%	100%
Total	100%	100%

Una vez detectada la principal problemática en la empresa se generó un diagrama de Ishikawa, el cual ayudo en la detección de las causas, tomando en consideración 6 principales factores de análisis, que son: el entorno, las máquinas, los materiales, los métodos, la administración y el personal.

En base a lo anterior se determinó realizar reuniones por parte de la gerencia con el personal, con el fin de mejorar el entorno de trabajo y la relación que existe entre ambas partes, así como el análisis e implementación de estándares de trabajo, para lograr un mejor flujo operativo.

**Desarrollo del método ideal**

Se llevó a cabo el análisis y mejora del método de trabajo con base a la determinación de la descripción general, descripción específica y operaciones periódicas ver figura 2.

**Figura 2. Desarrollo del método ideal**

	fecha de análisis: ago. – dic. 2009	página 1 de 2	f5-h09
	puesto: HORMADO	ubicación: área de HORMADO	
maquinaria, herramienta y/o accesorios: MAQUINA HORMADORA, INTECH MODELO 750 H, O AUTOBOARD MODELO 750 H O HELLIOT IRST 24			
elaborado: Omar. Galván	revisado: LUIS GUTIERREZ	aceptado: Ing. Sergio ortega	
<i>Descripción general</i>			
Cubrirá con calcetas correcta y continuamente las hormas en movimiento de las maquinas hormadoras, y cuando de estas salgan las calcetas, las depositará sobre la mesa de pareado.			
<i>Descripción específica</i>			
<p>El operador tomara del depósito de la maquina hormadora una calceta por el resorte (imagen 1H). Cubrirá la horma con ella (imagen 2H)</p> <p>Posicionara y ajustara la calceta (imagen 3H) tomando con los dedos pulgar e índice las guías de la punta, jalando las guías paralelamente hacia el talón, procurando que tanto la guía de atrás como la de adelante estén al mismo nivel, y cuidando que la letra "N" del logotipo quede en la orilla de la horma (imagen 4H), de la misma forma tomara las guías del talón y al igual que las de la punta, procurara que ambas guías estén al mismo nivel (imagen 5H); por ultimo acomodara el tubo y el resorte ( en caso de que el producto tenga) alineando en posición vertical el canal (imagen 6H) de calidad y/o capacitación, evitara dejar hormas sin calcetas que las cubra mientras este procesando el producto.</p> <p>Repetirá lo anterior descrito y en el momento en que en el "brazo" se acumulen 6 piezas procederá a retirarlas mientras la prensa este abajo (imagen 7H).</p> <p>El producto ya hormado lo colocara (de forma ordenada) sobre la mesa de pareado, en niveles de 4 grupos de calcetas</p>			
<i>Operaciones periódicas</i>			
Al iniciar su jornada, deberá revisar las condiciones en las que encuentre la maquina hormadora. Si encontrase alguna anomalía la reportara al encargado de línea.			

Después de revisar y encontrar la maquina hormadora en condiciones aceptables el hormador la pondrá en funcionamiento, accionando en primer lugar la palanca del tablero de control principal de la maquina girándola de izquierda hacia abajo hasta el tope, ubicado dicho tablero en la parte trasera de la maquina (imagen 8H), en seguida presionará el botón de encendido (botón verde) del tablero localizado en el lado derecho de la maquina (imagen 9H). Si la maquina hormadora ha estado fuera de funcionamiento 1 o más turnos, el hormador la pondrá en funcionamiento total y esperará de 2 a 4 minutos antes de comenzar a procesar el producto, esto con la finalidad de que se calienten las hormas.

minutos antes de comenzar el horario establecido para alimentos el hormador deberá dejar de alimentar la máquina y esperar a que no queden calcetas dentro de ella para poder detener su funcionamiento.

Al finalizar su jornada laboral el operador dejara de alimentar la máquina y esperara a que la última calceta salga de la máquina, solo así podrá detener su funcionamiento presionando el botón de paro (botón rojo) ubicado debajo del botón de encendido asegurándose de que las hormas se detengan totalmente, y solo en caso de que la maquina no vaya a ser utilizada en el turno siguiente, desactivara el tablero de control principal girando la palanca, de abajo hacia la izquierda hasta el tope, de lo contrario solo presionara el botón de paro.

Una vez que el hormador haya detenido el funcionamiento de la maquina hormadora, procederá a limpiarla de pelusa, polvo y cualquier tipo de elemento ajeno a la maquina (imagen 10H).

Antes de retirarse, confirmara su asistencia firmando en la relación de personal de la sección en la que haya laborado durante el turno, anotara los datos solicitados en la mencionada relación.

Una vez establecidos los nuevos procedimientos de trabajo, se empezó a capacitar al personal de cada una de estas áreas. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación para determinar cuál era el desempeño del trabajador con los nuevos procedimientos.

Las actividades para realizar de manera efectiva el reacomodo de las instalaciones fueron en base a un proceso de ordenado físico de los elementos que constituyen al sistema operativo del área de producción, reduciendo así los riesgos para la salud y el aumento en la seguridad de los trabajadores.

Se movió el área de cerrado lineal en primera instancia y se colocó a un costado del área de hormado, de este modo se puede reducir tiempos en el transporte del material, de esta manera se muestra más como una producción de forma lineal. Todo el producto en espera se colocó a un costado de sus respectivas áreas de trabajo. La propuesta original es tener cuatro líneas de producción con el número de máquinas y personal repartidos por igual, ya que un cambio completo lleva un riesgo significativo. Se decidió comenzar con una línea como prueba piloto, dependiendo de los resultados se pesaría a cambiar la segunda y tercera línea, hasta finalizar con las 4.

#### REASIGNACION DE EQUIPO Y PERSONAL.

Se trabajó con el número de integrantes de cada estación de trabajo, así como el número de máquinas que la conforman. Se comenzó por establecer los tiempos estándares de trabajo de cada actividad, para saber la cantidad de producción por hora de cada trabajador.

Esto se realizó por cada una de las estaciones de trabajo de la línea de producción, posteriormente se determinó el número de máquinas con la que se cuenta en la empresa, en función y detenidas por avería.

Basándose en toda la información acumulada de los datos de producción, gráficos y diagramas, se realizó un reacomodo de las maquinas en forma lineal, para un mejor aprovechamiento de los recursos, como punto importante, se dividió el número de máquinas y personal en 4. Basándose en las capacidades de producción con el objetivo de eliminar los cuellos de botella que se generaban, principalmente en el área de pareo, y los retrasos del traslado del material de una estación de trabajo a otra. Se trabajó con la repartición de material por operario acorde a su capacidad de producción y el número de máquinas por cada línea de producción.

Las actividades para realizar de manera efectiva el reacomodo de las instalaciones fueron en base a un proceso de reubicación de los elementos que constituyen al sistema operativo del área de producción con ayuda del diagrama de flujo mostrado en la figura 3, reduciendo así los riesgos para la salud y el aumento en la seguridad de los trabajadores.

Se realizó el análisis del lay out actual el cual se aprecia en la figura 4 y se decidió reubicar el área de cerrado lineal en primera instancia y se colocó a un costado del área de hormado, de este modo se puede reducir tiempos en el transporte del material, de esta manera se muestra más como una producción de forma lineal colocando el producto en espera a un costado de sus respectivas áreas de trabajo. La propuesta original es tener cuatro líneas de producción con el número de máquinas y personal repartidos por igual, ya que un cambio completo lleva un riesgo significativo. Se decidió comenzar con una línea como prueba piloto mostrado en la figura 5, dependiendo de los resultados se cambiaría la segunda y tercera línea, hasta finalizar con las 4.

Tomando en cuenta estos datos, el siguiente paso fue repartir la maquinaria y el personal en 4 líneas de producción se aprecia en la figura 6, repartiendo el material para trabajar en partes iguales por cada línea, el incremento de personal en el área de pareo de forma drástica se debe principalmente a la eliminación de tercer turno, ya que la iluminación no era la adecuada y esto generaba un mayor número de

defectos en el material, a la vez con esta medida se favoreció al personal para que este no perdiera su trabajo, además con este nuevo número de personal por mesa de trabajo se cumple con las metas de producción que la empresa marca.

Figura 1

Ubicación: LÍNEA DE PRODUCCIÓN		RESUMEN			
Actividades: CERRADO, HORMADO, PAREO, TERMINADO		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha: AGO. – DIC. 2009		Operación	6	-	
Operador:	Analista: Omar. G	Trasporte	4	-	
<b>MARQUE EL MÉTODO Y TIPO APROPIADO</b> Método: <del>ACTUAL</del> propuesto Tipo: obrero <del>material</del> maquina		Demora	0	-	
		Inspección	4	-	
		Almacenaje	4	-	
		Tiempo		-	
Comentarios: LOS CUELLOS DE BOTELLA Y LA MALA DISTRIBUCIÓN, ASÍ COMO SU BALANCE ES EL PRINCIPAL PROBLEMA.		Distancia		-	
		costo		-	
				-	

Figura 2

Descripción de la actividad	Símbolo				tiempo	distancia	Método recomendado
	o	⇒	D	□			
ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL	o	⇒	D	□			
INS. MILITAR ESTÁNDAR (AQL)	o	⇒	D	□			
TRASLADO A LA MAQ. DE CERRADO	o	⇒	D	□			
CERRAR PUNTA DE LA CALCETA	o	⇒	D	□			
INS. DE PALETAS	o	⇒	D	□			
ALMACENAMIENTO DE CERRADO (PTT)	o	⇒	D	□			
TRASLADO A LA MAQ. DE HORMADO	o	⇒	D	□			
HORMADO DE CALCETA	o	⇒	D	□			
ALMACÉN DE HORMADO (PTT)	o	⇒	D	□			
TRASLADO A PERSONAL DE PAREO	o	⇒	D	□			
PEREO E INSPECCIÓN DE LAS CALCETAS	o	⇒	D	□			
INS DETALLADA DE CALCETAS.	o	⇒	D	□			
TERMINADO (EMBOLSADO, SELLADO, PLASTIFLECHADO. ETC.)	o	⇒	D	□			
EMBALAJE (CAJAS DE CARTÓN)	o	⇒	D	□			
ESCANEO DEL MATERIAL PARA SU EMBARQUE.	o	⇒	D	□			

TRASLADO AL ALMACÉN.	o	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
ALMACÉN FINAL.	o	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 3. Diagrama de flujo de proceso

Descripción de la actividad	Símbolo	tiempo	distancia	Método recomendado
ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			
INS. MILITAR ESTÁNDAR (AQL)	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
TRASLADO A LA MAQ. DE CERRADO	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
CERRAR PUNTA DE LA CALCETA	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
INS DE PALETA.	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
TRASLADO A LA MAQ. DE HORMADO	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
HORMADO DE CALCETA	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
TRASLADO A PERSONAL DE PAREO	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
PAREO E INSPECCIÓN DE LAS CALCETAS	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
INS DETALLADA DE LAS CALCETAS. (SUPERVISOR)	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
TERMINADO (EMBOLSADO, SELLADO, PLALSTIFLECHADO. ETC.)	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
EMBALAJE (CAJAS DE CARTÓN)	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
INS DE CAJAS	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
ESCANEO DEL MATERIAL PARA SU EMBARQUE.	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
TRASLADO AL ALMACÉN	o <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
ALMACÉN FINAL.	o <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			

Figura 4. distribución de planta (actual).

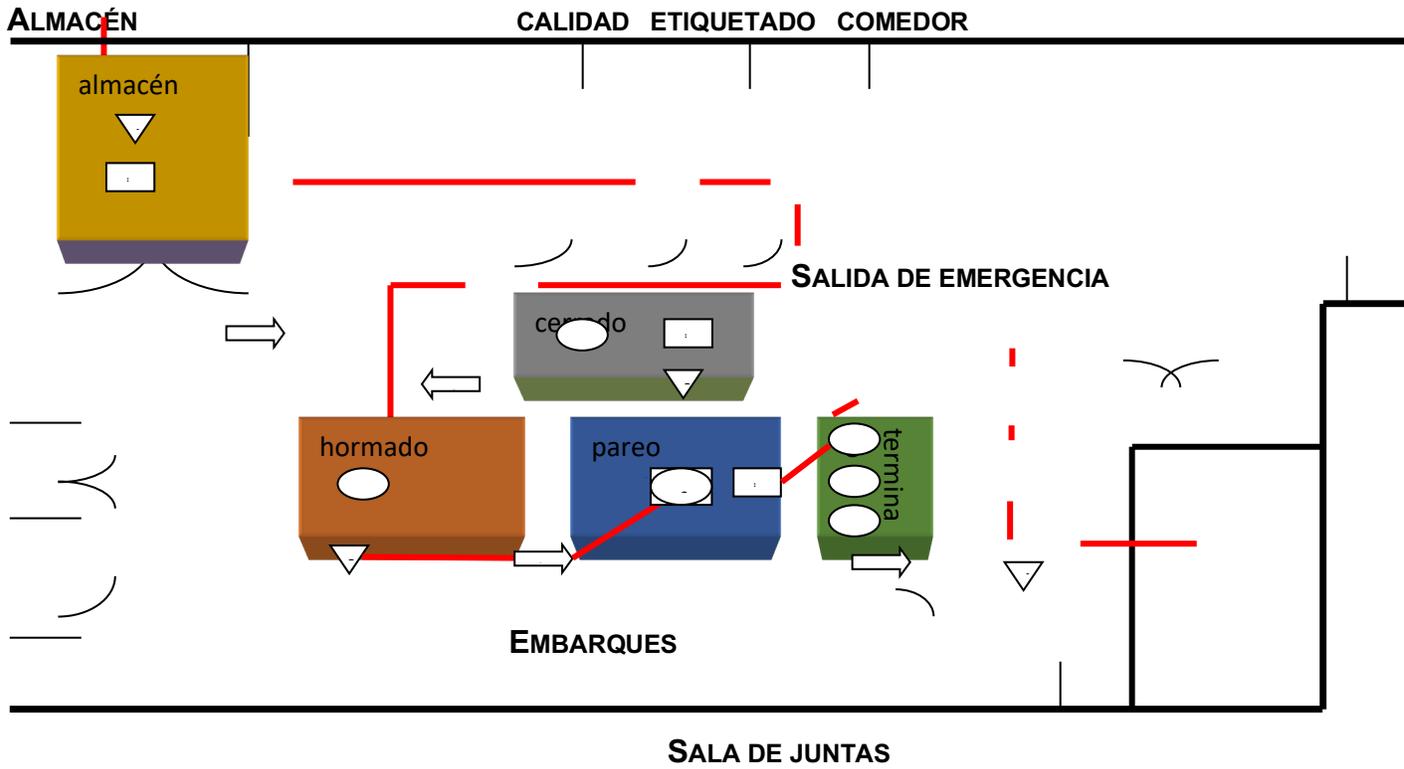
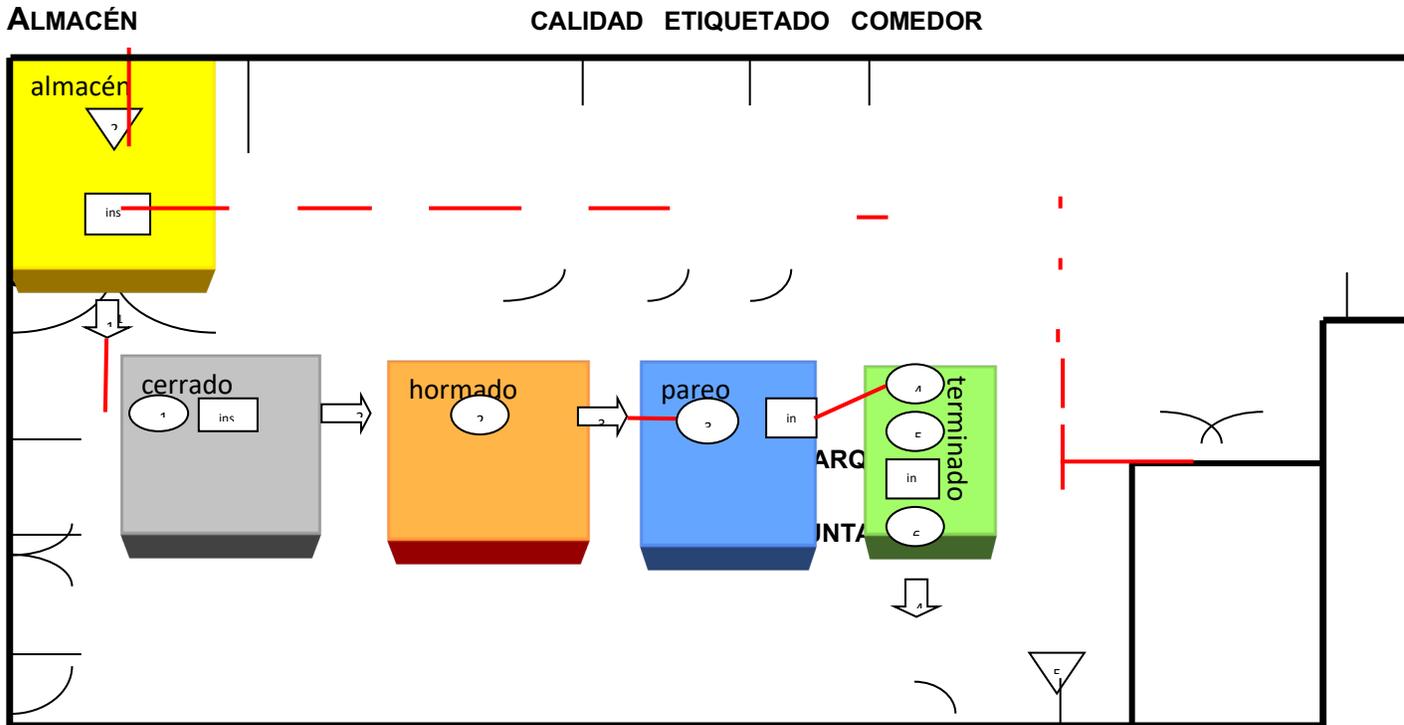
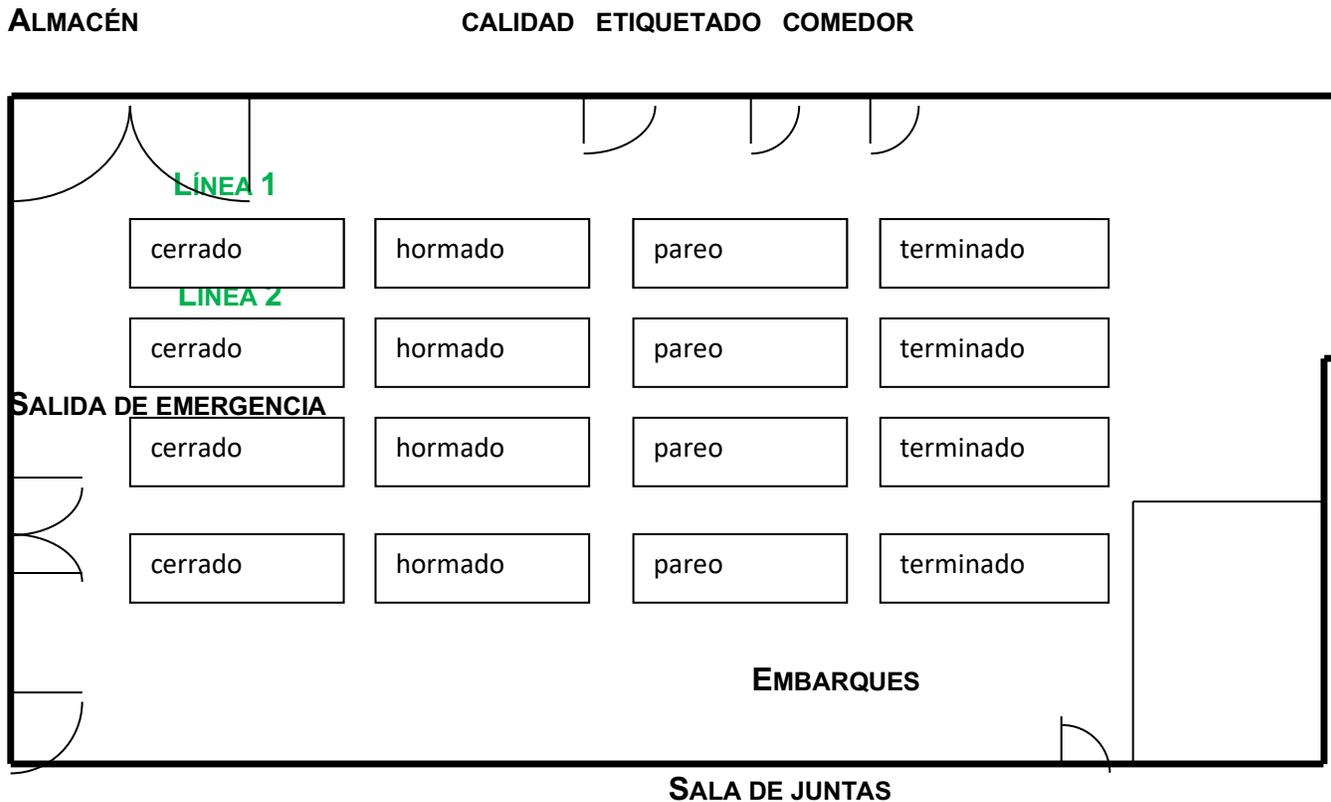


Figura 5. Redistribución de planta. (propuesto)



**Figura 6.** Distribución de planta (modificada).



**Síntesis de Actividades para el Estudio de Tiempos.**

Después de evaluar el nuevo método, se realizó el estudio tiempos. Por lo que el siguiente pasó en el proceso sistemático para el desarrollo de un centro de trabajo, fue establecer tiempos estándares, para que el personal tenga un día de trabajo justo, sin una presión extra de las actividades o la del supervisor. Este estudio se realizó con base a la descripción sintetizada de las actividades de la línea de producción. Se tomaron en consideración los tiempos de un trabajador competente y la persona encargada de producción la cual tiene el conocimiento básico de todas las áreas. El análisis se hizo en las principales estaciones de trabajo que son el área de cerrado, hormado y pareo. Se establecieron suplementos para la consideración de fatiga básica, fatiga variable, necesidades personales y especiales mostradas en la figura 7.

Figura 7. Estudio de tiempos

ELEMNTO NUM. Y DESCRIPCION		1. Tomar calceta	2. Cubrir horma con calceta	3. Acomodo de calceta en horma.	4. Retirar (cal) del brazo mecánico		
NOTA	CICLO	TO	TO	TO	TO	TO	TO
	1	1.81	1.12	0.98			
	2	1.91	0.98	1.05			
	3	1.84	1.14	1.23			
	4	1.85	0.99	1.32			
	5	1.86	0.81	0.95			
	6	1.92	1.12	0.87	4		
	7	1.97	0.85	0.86			
	8	1.89	0.87	0.88			
	9	1.71	1.02	0.95			
	10	1.79	0.90	1.12			
	11	1.86	1.01	0.89			
	12	1.96	1.03	0.89	4		
<b>RESUMEN</b>							
To total		22.37	11.84	11.99	8		
Tiempo elemental estimado		1.8641	.9866	.9991	0.666		
Suplemento %		10%	10%	10%	10%		
Tiempo. Estándar		1.8828	1.0853	1.0990	.7332		
Tiempo total estándar (suma del tiempo estándar de todos los elementos) unidad segundos							4.80
<b>VERIFICACION DE TIEMPOS</b>				<b>RESUMEN DE SUPLEMENTOS</b>			
Tiempo terminado				Necesidades personales		5%	
Tiempo de inicio				Fatiga básica		4%	
Tiempo transcurrido				Monotonía (nivel medio)		1%	
Tiempo total de registro				Especial			
Tiempo no contado				% De suplemento total		10%	
Tiempo total por min.							
Observaciones: cada 6 ciclos se realiza el elemento 4.							

**ANALISIS DE TIEMPO DE CICLO Y CAPACIDAD DE PRODUCCION.**

Una vez definidos los estándares de métodos y tiempos, se reasigno personal para balancear la capacidad de producción (tabla 1 y 2).

**Tabla 1.** Capacidad de producción inicial

Inicial					
Operación	Docenas al día	No. De máquinas o personas	Docenas en 1 turno	Docenas en 2 turnos	Total de docenas a la semana
Cerrado	300 doc.	16 maq.	4,800 doc.	9,600 doc.	57,600 doc.
Hormado	320 doc.	15 maq.	4,800 doc.	9,600 doc.	57,600 doc.
Pareo	180 doc.	18 per.	3,240 doc.	6,480 doc.	38,880 doc.

**Tabla 2.** Capacidad de producción final

Final					
Operación	Docenas al día	No. De máquinas o personas	Docenas en 1 turno	Docenas en 2 turnos	Total de docenas a la semana
Cerrado	300 doc.	19 maq.	5,700 doc.	11,400 doc.	68,400 doc.
Hormado	320 doc.	18 maq.	5,760 doc.	11,520 doc.	69,120 doc.
Pareo	180 doc.	32 per.	5,760 doc.	11,520 doc.	69,120 doc.

Como se muestra en la tabla 3, antes de implementar el proyecto, la producción estaba decayendo súbitamente.

**Tabla 3.** Capacidad de producción Jun - Sep.

Mes	Promedio de docenas por mes.
Jun.	203,536
Jul.	191,453
Ago.	175,801
Sep.	157,462

En la tabla 4, se observa cómo va aumentando la producción gradualmente.

**Tabla 4.** Capacidad de producción oct - dic.

Mes	promedio de docenas finalizadas
Oct.	170, 734
Nov	196, 423
Dic.	226, 880

Esto trae como resultado el incremento de 69,418 del mes de septiembre al mes de diciembre, lo que equivale al 30.5% de la producción total.

Se logró incrementar la productividad del personal de esta área gracias al plan de capacitación. Cabe mencionar que la disminución en la productividad del mes de junio al mes de septiembre, se debe en parte a problemas de calidad, ya que el cliente (Hanes) elevo sus estándares.

Además de lo que se mencionó anteriormente también se logró:

- La generación de una metodología de trabajo solida

- La generación de tiempos y actividades estándares trajo consigo una mejor adaptación al trabajo por parte de los encargados de cada área, teniendo un mejor control de la gente de su respectiva área.
- La nueva distribución de planta.
- Se facilita la identificación del flujo del proceso y de los materiales a ocupar, logrando la reducción de tiempos en el proceso de producción.
- Reducción del temor al cambio.
- Se logró fortalecer el compromiso del personal.
- Se mejoró la interacción entre las personas y se establecieron las bases para el aseguramiento de la calidad.
- La disminución considerable de los principales problemas de la empresa, mediante el estudio y los métodos utilizados.
- La satisfacción del cliente al cumplir sus especificaciones (Hanes).

#### **TRABAJO A FUTURO**

El estudio del trabajo es una de las herramientas básicas para la mejora de la productividad y es considerada como base para la implementación de otras técnicas de mayor complejidad y alcance para el desarrollo de la mejora continua, tales como lean manufacturing y seis sigma.

#### **CONCLUSION.**

Se logró un impacto considerable, ya que los resultados se vieron reflejados en el incremento del 30.5% de la producción, que trae consigo grandes beneficios y resultados colaterales como lo son la disminución de los tiempos y costos de producción, el cumplimiento de los estándares de calidad y, por ende, la satisfacción del cliente (Hanes). Así como un mejor desempeño en todas las áreas de la empresa y su personal, los cuales trabajan sin la presión constante en busca de resultados que se les exigían en el pasado, sin contar con estándares correctamente establecidos de las actividades. Al incrementarse la producción, los obreros también obtuvieron beneficios, obteniendo un aliciente a sus economías y favoreciendo sus hogares.

Por otro lado, el estar trabajando de manera directa en la línea de producción de la empresa se hace evidente que el estudio del trabajo es una parte fundamental de cualquier empresa, teniendo estas bases bien definidas se puede incrementar la productividad de manera significativa, además de que prepara el “terreno” para implementar nuevas metodologías de trabajo, teniendo en mente siempre la mejora continua.

Cabe mencionar que la disminución en la productividad del mes de junio al mes de septiembre, se debe en parte a problemas de calidad, ya que el cliente (Hanes) modificó sus especificaciones.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, Roberto (1999). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Mc Graw Hill 2° edición. México.
- Gonzales, C., Isaac, M., & Escriba Gutiérrez, M. G. (2019). Propuesta de mejora en el proceso de costura de las PYME del sector exportador de confecciones de prendas de vestir de tejido de punto de algodón aplicando herramientas Lean basadas en celdas de manufactura flexible y sistema Pull.
- Kalpakjian, S., & R. Schmid., S. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. Edo. de México: Prentice Hall.
- Kanawaty, G. (1998). Introducción al estudio del trabajo. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Manene, L. M. (28 de Julio de 2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones, fuente [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/AE/EA/AM/07/Los\\_diagramas\\_de\\_flujo\\_su\\_definicion\\_objetivoventajas\\_elaboracion\\_fase.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivoventajas_elaboracion_fase.pdf)
- Niebel, Benjamín W. / Freivalds, Andris. (2004). INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfa omega 11° edición. PAÍS: MEXICO.
- Vásquez, W. J. (2012). Ingeniería y Procesos de Manufactura I. Editorial Universitaria.

---

# DIGITALIZACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS EMPRESARIALES MEDIANTE SOFTWARE DE GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

JOSÉ ADRIÁN ROMERO PEÑA<sup>1</sup>, BRISSA SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ<sup>2</sup>, ANA GRACIELA PÉREZ SOLÍS<sup>3</sup>

## RESUMEN

Actualmente en la Gestión Empresarial, se busca la optimización de recursos en todas las áreas de la empresa, esta optimización la podemos identificar como la mejor forma de realizar los procesos con el objetivo de mejorar la productividad contribuyendo al crecimiento y consolidación de la empresa.

Existe una herramienta tecnológica que puede apoyar en la optimización de procesos, esta es, el Software de Gestión de Procesos de Negocio (por sus siglas en Inglés BPM, Business Process Management), con la cual podemos diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales con el objetivo de mejorar el rendimiento empresarial. (Piraquive, 2008)

El presente artículo muestra el significado de la Gestión de Procesos de Negocio y explica la forma en que un software BPM puede representar y optimizar un proceso empresarial permitiendo obtener una mayor eficiencia en la ejecución de los procesos productivos.

Palabras Clave: Gestión Empresarial, Procesos de Negocio, Optimización.

## ABSTRACT

Currently in Business Management, the optimization of resources in all areas of the company is sought, this optimization can be identified as the best way to carry out the processes with the aim of improving productivity contributing to the growth and consolidation of the company.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Úrsulo Galván.a.romero@itursulogalvan.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Úrsulo Galván brissasanchez@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Úrsulo Galván gracik\_06@hotmail.com

There is a technological tool that can support process optimization, that is, the Business Process Management Software (for its acronym in English BPM, Business Process Management), with which we can design, represent, analyze and control processes of operational business with the objective of improving business performance. (Piraquive, 2008)

This article shows the meaning of Business Process Management and explains how a BPM software can represent and optimize a business process allowing to obtain greater efficiency in the execution of productive processes.

Keywords: Business Management, Business Processes, Optimization

## **INTRODUCCIÓN**

La Gestión de Procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. (Carrasco, 2009)

Con la gestión de procesos podemos obtener amplios beneficios, por ejemplo:

- Conocer lo que hacemos y cómo lo hacemos, así también tomamos consciencia de nuestras fortalezas y carencias.
- Aplicar fórmulas de costeo a los procesos, a nivel de las actividades para saber realmente cuánto cuestan nuestros productos o servicios.
- Realizar mejoramiento por el solo hecho de describir un proceso. Éste es uno de los beneficios de tomar consciencia.
- Estar más cerca de una certificación en normas ISO 9001 y otras.
- Aplicar métodos de mejora continua y aseguramiento de calidad que nos permitirán aumentar la eficiencia y la eficacia.
- Comparar nuestros procesos con las mejores prácticas del medio y así aprender y mejorar.
- Rediseñar un proceso para obtener rendimientos muchos mayores.
- Fortalecer la gestión del conocimiento, porque cada proceso levantado es conocimiento formal de la organización.
- Innovar a diferentes niveles de profundidad: proceso, actividad y tarea.

- Facilitar el emprendimiento porque todo nuevo negocio debe sustentarse en procesos del negocio que deben estar bien definidos. Podemos afirmar que el diseño del nuevo proceso es lo que sustentará operacionalmente el emprendimiento.
- Realizar verdaderamente control de gestión, porque parte del cambio en los procesos consiste en obtener información relevante, tal como incorporar indicadores en tiempo real y adecuadamente comparados en el tiempo.

## **DESARROLLO**

Un proceso es una serie organizada de actividades relacionadas, que conjuntamente crean un resultado de valor para los clientes. (Carrasco, 2009)

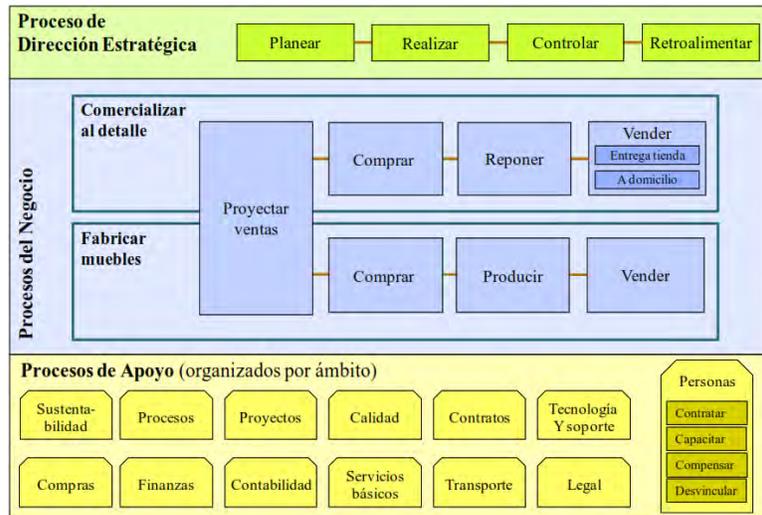
Entonces, los procesos representan el hacer de la organización, comercializar, por ejemplo, incluye: proyectar las ventas, comprar, vender, distribuir, cobrar y hacer servicio posventa.

Una actividad es el hacer de una persona en un momento del tiempo, tal como elaborar una orden de compra o cobrar en una caja.

Una interacción es lo que sucede entre las actividades, tal como un documento que se envía por mano entre ellas.

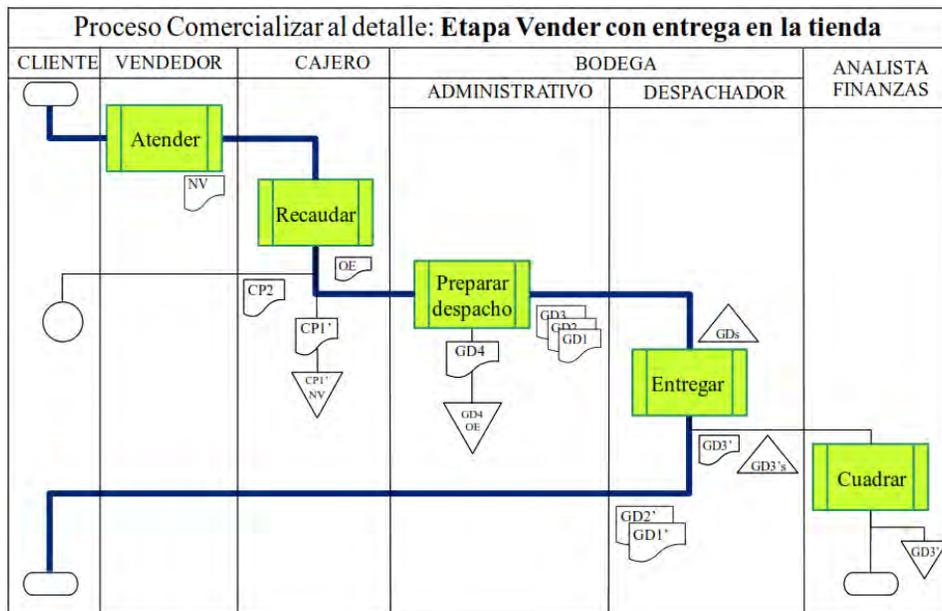
Para efectos del modelamiento visual de los procesos de la organización, utilizamos sólo tres modelos: Mapa de procesos, Flujograma de información y Lista de tareas. El mapa de procesos provee una visión de conjunto, holística o “de helicóptero” de todos los procesos de la organización, el mapa de procesos debe estar siempre actualizado y pegado en las paredes de cada gerencia, para comprender rápidamente el hacer de la organización.

Figura 6: Ejemplo de Mapa de Proceso



Un flujograma de información (FI) describe un proceso, si éste tiene divisiones en su interior, se elabora un FI por cada etapa o versión, en el flujograma de información los recuadros representan actividades, la secuencia sigue la temporalidad (las actividades de más abajo ocurren después).

Figura 7: Ejemplo de Flujograma de Información



La Lista de tareas siempre comienza con un verbo en infinitivo

Figura 8: Ejemplo de Lista de Tareas

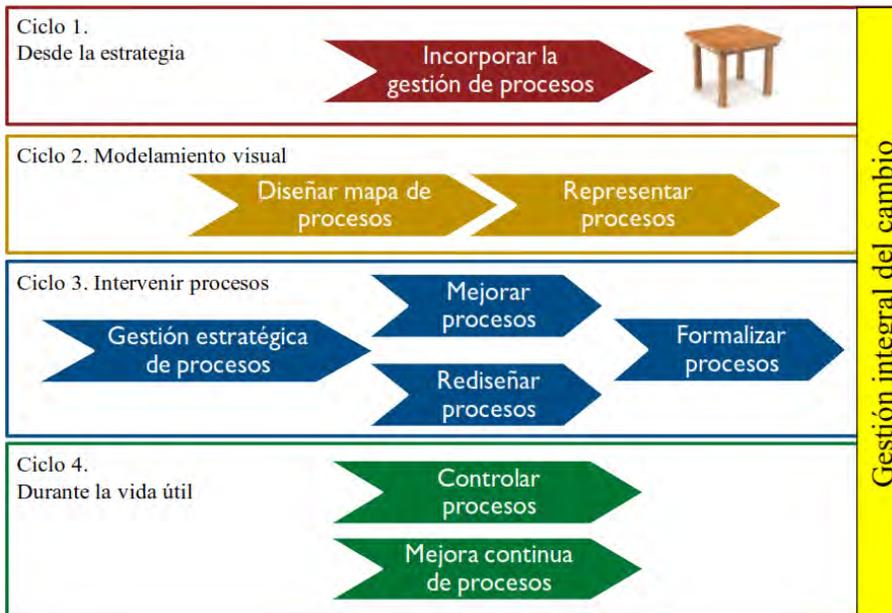
LISTA DE TAREAS	
ACTIVIDAD: ENTREGAR	ROL: DESPACHADOR
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
Tomar GD	desde la carpeta de GDs los 3 ejemplares de la GD. Forma FIFO
Buscar producto	en la bodega según ubicación indicada en la misma GD
Registrar	en la ficha de producto ubicada en el estante destinado al producto
Rebajar stock	en el mesón de despacho, usa el lector de código de barras
Verificar producto	junto con el cliente a quien pide firmar los 3 ejemplares de la GD ( <b>punto de control</b> )
Entregar al cliente	los ejemplares 1 y 2 de la GD junto con el producto
Enviar a finanzas	a través del estafeta, cada ejemplar 3 de la GD firmada por el cliente

**OBSERVACIONES:**

- Mantener el orden de la bodega para la agilidad del proceso
- Mantener el orden dentro de la carpeta de GDs

Las 9 fases de la gestión de procesos se dividen en cuatro ciclos como se ve a continuación:

Figura 9: Fases de la Gestión de Procesos



Los 4 ciclos con sus 9 fases son:

Ciclo 1. Desde la estrategia de la organización. Se refiere a que la incorporación de la gestión de procesos debe estar expresada en el plan estratégico. Consta de una sola fase:

1. Incorporar la gestión de procesos en la organización. Donde se resuelve: crear un área de procesos y designar el equipo de trabajo, definir las grandes líneas de trabajo en la gestión de procesos, identificar la tecnología necesaria y realizar la preparación adecuada de las personas del área y de toda la organización.

Ciclo 2. Modelamiento visual de los procesos, un tema tan importante que le destinamos el capítulo 2. Consta de dos fases:

2. Diseñar el mapa de procesos: consiste en ver la totalidad de los procesos de la organización: el proceso de dirección estratégica, los procesos del negocio y los procesos de apoyo. Desde esta visión de conjunto se comienza a segmentar y detallar. Este mapa es vital para elaborar el plan estratégico de la organización.

3. Representar los procesos mediante modelos visuales: flujogramas de información y listas de tareas, donde también se realizan observaciones y recomendaciones generales.

Ciclo 3. Intervenir procesos modelados. Este ciclo exige conocer previamente la totalidad de los procesos a nivel del modelamiento visual. A las dos fases donde se propone y realiza el cambio: mejora y rediseño de procesos, se le llama también optimización de procesos. Consta de cuatro fases:

4. Gestión estratégica de procesos: contempla priorizar procesos desde lo indicado en la estrategia e incluye la definición de indicadores y de dueños de procesos. También señala los objetivos para la optimización de procesos (mejora o rediseño).

5. Mejorar procesos: se refiere a definir y aplicar las mejoras para cumplir los objetivos de rendimiento del proceso señalados en la fase anterior.

6. Rediseñar procesos: se refiere a definir y aplicar una solución para cumplir los objetivos de rendimiento del proceso señalados en la fase anterior. Se suman en esta fase los aportes de la gestión de proyectos porque el rediseño se orienta al cambio mayor.

7. Formalizar procesos: contempla elaborar el procedimiento como detalle completo de un proceso optimizado. Debe asegurarse que la nueva práctica se incorpore y mantenga en la organización.

Ciclo 4. Durante la vida útil del diseño del proceso formalizado. Este ciclo exige que el proceso esté formalizado producto de un diseño reciente o de una optimización. Consta de dos fases:

8. Controlar procesos: se refiere al seguimiento, al cumplimiento de estándares y a la reacción en caso de situaciones fuera del estándar. Este rol lo cumple el dueño del proceso.

9. Mejora continua: se refiere al diseño y la práctica de cómo el diseño del proceso se continuará perfeccionando tanto para adaptar a la realidad como para capitalizar innovaciones.

Con la gestión estratégica de procesos (SPM, Strategic Process Management en inglés) atendemos las dos caras de la moneda: estrategia y procesos. Es una labor donde es necesario alinear ambos mundos y realizar las grandes definiciones que impactarán en toda la gestión de procesos y por ende en el hacer de la organización. Son acciones que se pueden resumir en:

- Priorizar procesos según criterios objetivos identificados desde la estrategia de la organización.
- Reconocer lo importante de cada proceso y sus problemas principales (entendiendo por problema la brecha entre la situación actual y su potencial) a través de estudios.
- Realizar definiciones acerca de: dueños de procesos, indicadores, niveles de responsabilidad de los involucrados, alcance de los procesos y otras.

Así es posible decidir los grandes caminos a seguir para procesos individuales o grupos de procesos: dejar como está u optimizar.

La mejora es parte de la intervención y por lo tanto cuenta con visibilidad y la participación de un equipo de trabajo del área de procesos, además de la atención especial de la dirección. Tiene por objetivo disminuir la brecha identificada en el indicador principal entre la situación actual y la deseada.

---

Como en toda forma de intervención (mejora o rediseño), se requieren algunas condiciones de entrada:

- El modelamiento visual de los procesos y la correspondiente detección de oportunidades
- Un equipo de trabajo dedicado, liderado o coordinado por el área de procesos.
- Los recursos correspondientes.
- Haber realizado un estudio del problema donde se hayan identificado el problema de fondo, alejando el riesgo de trabajar sobre síntomas.

También coincide la mejora y el rediseño en que todas las propuestas sean cuantificadas. Esto es fundamental, no basta con señalar una buena idea, debe calcularse su contribución financiera concreta.

En el rediseño de procesos es indispensable considerar lo que interesa a los clientes, inventar propuestas consistentes, con responsabilidad social y en armonía con el propósito de la organización.

El rediseño permite un gran avance que normalmente requiere un gran cambio, gestado de acuerdo con las verdaderas necesidades de los clientes, no según lo que más le acomode a quienes lideran el proyecto.

Algunas características del rediseño de procesos:

- Se busca elevar drásticamente la satisfacción del cliente, lo cual obliga a repensar el proceso y aplicar técnicas de idealización que normalmente conducen a cambios mayores en el proceso.
- Se habla concretamente del cliente, es decir, de aquellas personas que le generan ingresos a la organización.
- Se busca eliminar los pasos intermedios y trabajar con personas o equipos que ofrezcan un servicio integral al cliente.
- La idea básica es lograr resultados mucho mejores en las variables críticas para el cliente del proceso (tiempo de atención, costo del servicio, etc.) y así elevar su nivel de satisfacción.
- Una vez que el proceso está rediseñado, la formalización puede ser equivalente a la utilizada en aseguramiento de la calidad.

- Al inicio del proyecto conviene describir someramente lo que existe, para no sesgar la nueva propuesta con la realidad actual.

Una vez optimizado el proceso, se describe en la forma de un procedimiento, un procedimiento es la descripción detallada de un proceso, si el proceso es muy extenso, puede ser a nivel de etapas o versiones del mismo.

La formalización de procesos considera elaborar el procedimiento y dejarlo instaurado como la nueva práctica de la organización en ese terreno, lo cual exige variadas tareas de comunicación y de gestión del cambio en general.

El control de procesos se refiere específicamente a asegurarse que el rendimiento del proceso se mantenga dentro del estándar de cumplimiento, medido según los indicadores formalizados. El monitoreo y las acciones correspondientes están bajo la dirección del dueño del proceso.

La mejora continua de procesos es el conjunto de acciones de perfeccionamiento del diseño del proceso que se realizan durante su vida útil, dirigidas por el dueño del proceso, coordinadas por un área de mejora continua y con la participación de todos los actores del proceso.

El Método de Rediseño Completo contempla realizar el rediseño completo, hasta la implementación de los cambios y la puesta en marcha en todos los puntos donde la solución será aplicada.

Según Piraquive, 2008 la Gestión de Procesos de Negocio BMP por sus siglas en inglés (Business Process Management) es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales.

Ruiz y Fonseca, (2014) explican en su memoria que un Proceso de Negocio es un conjunto de actividades que se realizan de manera coordinada para cumplir un objetivo de negocio en un contexto tecnológico y organizacional.

Un BPMS (Business Process Management Suite – Sistemas de Administración de Procesos de Negocios) es una plataforma informática que permiten manejar proyectos y programas de BPM, desde el análisis, definición y diseño de los procesos, hasta su aplicación, supervisión y análisis, siempre bajo una continua optimización.

El BPMS permite elaborar el modelado de los flujos de trabajo, efectuar simulaciones, integrar aplicaciones, ejecutar los procesos, recabar mediciones respecto a dichas ejecuciones y efectuar mejoras nuevamente a través del modelado.

ProcessMaker es un BPMS comercial de código libre escrito en PHP, desarrollado por la empresa Colosa.

Algunas de sus características son:

- Posee un diseñador de mapas de proceso (ProcessMap), el cual permite fácilmente diseñar procesos a través de una interfaz intuitiva. No utiliza BPMN para las notaciones, según RoadMap la versión 3 contará con soporte para BPMN. El diseñador es una aplicación web, no posee soporte para otros diseñadores de procesos.
- Diseñador de Dynaform: posee una interfaz arrastrar y soltar para crear los Dynaform (pantallas de interfaz gráfica con la cual los usuarios pueden interactuar con el sistema) de las aplicaciones. Posee un editor de formularios, el cual soporta la integración de hojas de estilo CSS (Cascading Style Sheets) y código javascript.
- Administrador de usuarios: permite crear administrar los usuarios del sistema. Además, permite administrar los roles y privilegios de los usuarios y crear grupos de usuarios.
- Bandeja de Entrada de Casos: es el lugar donde los usuarios pueden administrar las instancias de procesos (casos) en los que participan. Permite crear, pausar, asignar y eliminar instancias de procesos.

A pesar de ser comercial, distribuye la versión ProcessMaker Open Source bajo licencia GPLv3, la cual no posee costo de licencia.

Figura 10: Bandeja de entrada del BPMS Process Maker

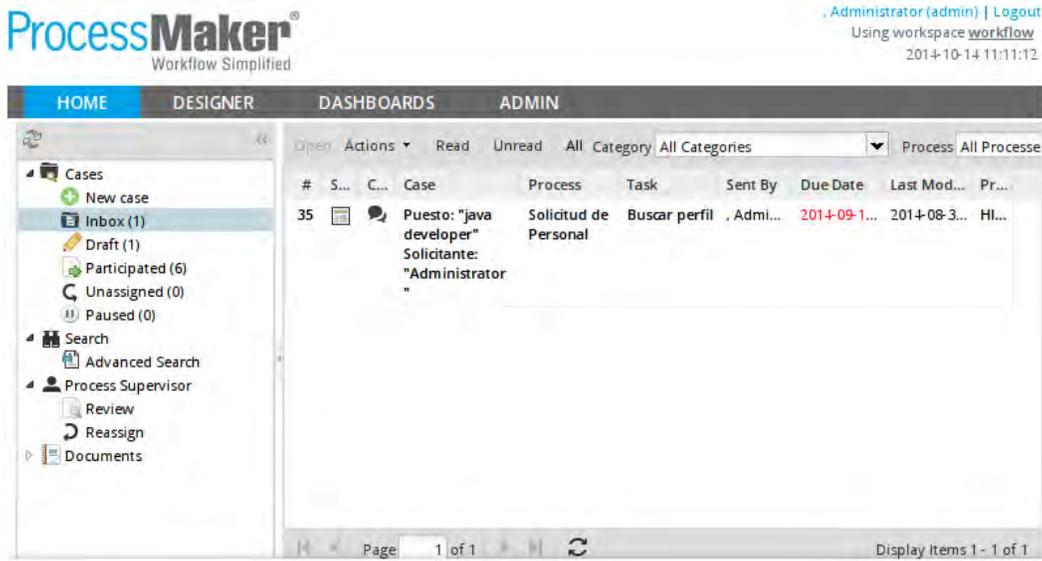
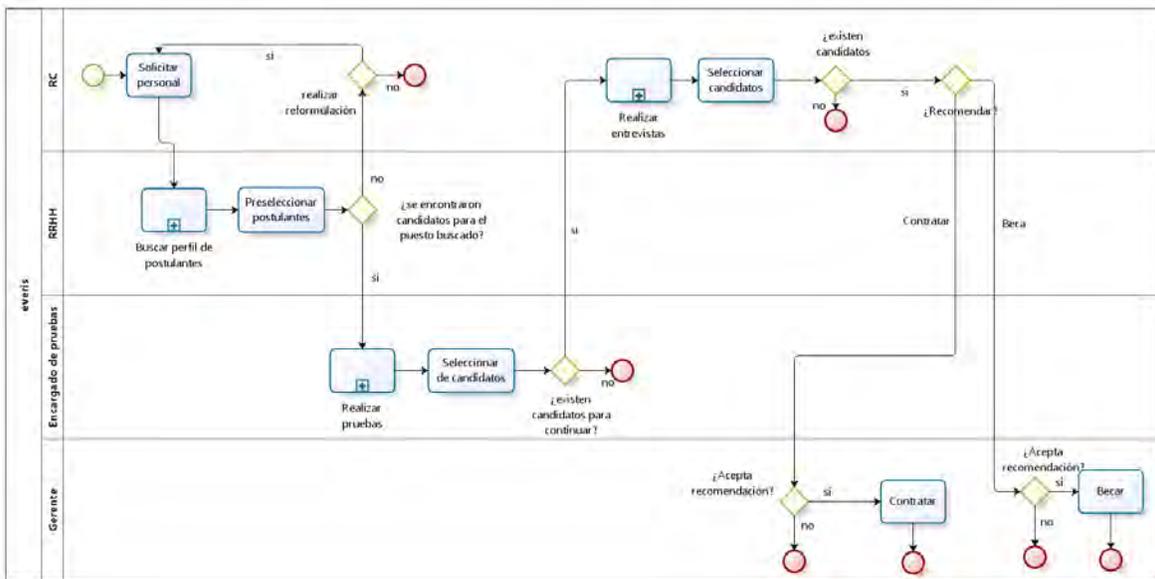


Figura 11: Ejemplo de proceso de negocio



Las organizaciones están incorporando sistemas de información que dan soporte a los procesos, como es el caso de los BPMS, que podrían convertirse en componentes útiles para la gestión del conocimiento. Los BPMS son una importante herramienta que permiten la transformación de conocimiento informal o tácito a formal o explícito o, más concretamente, el desarrollo de conocimiento incrustado. Los BPMS tienen el potencial de establecer criterios de comprensión uniforme y mejoran la disponibilidad y calidad de conocimiento capturado debido a su

naturaleza formal, incrementan la reutilización del conocimiento y reducen los costes de su transferencia. En suma, estas herramientas permiten que el conocimiento quede encapsulado en los procesos de negocio (Navarro, Sancho & Garrido, 2007)

### **CONCLUSIONES**

Las empresas que practiquen la Gestión de Procesos de Negocio deben tener un Sistema de Administración de Procesos de Negocios como herramienta que apoye a la estrategia del Negocio, con el objetivo de mejorar sus procesos, ya que esto tendrá un gran impacto en la atención al cliente.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Piraquive, F. N. D. (2008). Gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), Tics y crecimiento empresarial. ¿Qué es BPM y cómo se articula con el crecimiento empresarial? Universidad & Empresa.
- Carrasco, J. B. (2009). Gestión de Procesos. Santiago-Chile: Editorial Evolución.
- Ruiz, O., & Fonseca, T. (2014). Desarrollo de sistema de control del proceso de reclutamiento de personal para Everis Center Temuco usando tecnologías BPM (Business Process Management).
- Navarro, A. M., Sancho, P. L., & Garrido, J. A. M. (2007). La importancia de coordinar la gestión del conocimiento con BPMS.

# SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE O<sub>2</sub> EN ESTANQUE DE ACUACULTURA MEDIANTE EL CONTROL DE SEDIMENTACIÓN, AIREACIÓN Y FLUJO DE AGUA.

ARIADNA JIMÉNEZ IBARRA<sup>1</sup>, JUAN JAIR AVENDAÑO SÁNCHEZ<sup>2</sup>, IRMA ANGÉLICA GARCÍA GONZÁLEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

Actualmente la FAO estima que los recursos pesqueros están siendo explotados a su máxima capacidad sostenible, siendo la piscicultura la respuesta para la producción sin dañar este tipo de recursos. Por lo tanto el desarrollo de un cultivo de este tipo de peces que varía en cuanto a la densidad de siembra, aireación, etapa en la que se encuentra y el tipo de sistema, requiere de un sistema auto regulable para un desempeño correcto en cada uno de los elemento para que funcione automáticamente controlando el oxígeno disuelto (OD) del agua dentro del estanque, estableciendo los niveles entre 3.5 y 5.5 mg/lit, mediante el censado de OD y la sedimentación, los cuales operan la activación del blower y las válvulas mediante el sistemas de control basado en un microcontrolador, generando el movimiento del agua a través de la apertura del desagüe, recirculando el agua con el sistema de burbujas. Las evaluaciones del diseño se simularon en un estanque de 9,000 lts, alterando el OD mediante el incremento de sedimentos depositados y la inclusión de plantas como lirio acuático japonés (*Eichhornia crassipes*) reduciendo los niveles e incrementado la cantidad de burbujas introducidas y drenando paulatinamente el agua mediante la apertura de las válvulas de desagüe. PALABRAS CLAVE: OD (oxígeno disuelto), sedimentación, aireación.

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa ariadna.jim.17@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa jair\_jimmy1995@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa irma.garcia@itsx.edu.mx

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura según la FAO (2018) se define como el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como en el interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción.

La acuicultura forma parte de la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta el comportamiento pesquero dinámico de los últimos 30 años y la disminución prevista de la pesca, es probable que el crecimiento futuro del sector pesquero sea resuelto por esta última (FAO, 2018).

Debido a que los organismos acuáticos tienen menor gasto de energía y una tasa de crecimiento exponencial en comparación con los bovinos, porcinos y aves, el pez en cambio contiene proteína en porciones pequeñas, siendo un alimento altamente nutritivo, ya que algunas especies convierten 1.2 Kg de alimento en un kilogramo de peso vivo o biomasa. Cada año el hombre cosecha gran cantidad de peces y crustáceos de los océanos, mares, ríos y lagos del mundo a causa de la pesca tanto artesanal como comercial. De estos, aproximadamente entre el 30-40% del total es convertido en harina de pescado destinado para ser consumido por los animales domésticos (pollos, cerdos y vacas, principalmente) (E.Meyer, 2004).

La alta productividad de la piscicultura es el resultado generado porque los peces son organismos altamente eficientes en convertir los nutrientes del alimento en carne debido a que no necesitan gastar una gran cantidad de energía o nutrientes en desarrollar un esqueleto fuerte y pesado.

Por otra parte, el medio donde se desarrolla el cultivo puede verse afectado por la constitución de su alimentación, ya que esta puede ser por medio de alimento vivo o alimentos formulados; sin embargo, cualquiera de estos tipos de alimentación puede tener consecuencias al no ser llevadas a cabo de manera correcta, es decir, los alimentos no consumidos por el cultivo llegan a asentarse al fondo del estanque y si este no recibe oxigenación y/o un recambio de agua ocasionara el crecimiento de bacterias, hongos e incluso parásitos, los cuales no solo podrán causarles enfermedades al cultivo sino que también consumirán parte del OD que el cultivo necesita para desarrollarse adecuadamente. Al no realizar un recambio de agua o no ser oxigenada los valores de OD tienden a descender por debajo de los 5mg/l

dando origen al estrés del animal teniendo como consecuencias: la disminución de su tasa de crecimiento, inapetencia y letargia, enfermedad branquial, infecciones patológicas, disminución en su capacidad reproductiva, entre otras.

En la acuicultura, los peces se encuentran en un “recipiente de cultivo” donde tienen que aguantar o morir cuando la concentración de OD es insuficiente, ya que estos respiran el oxígeno que se encuentra en solución en el agua. En volúmenes reducidos de agua existen factores que puede causar fluctuaciones grandes y repentinas de la concentración de OD y poner en peligro la salud y supervivencia del cultivo. Para la acuicultura intensiva es prudente mantener el agua entrante tan próxima como sea posible a la saturación total de OD (100 %), quiere decir a su máxima solubilidad a una temperatura dada (Egna y Boyd, 1997). Por lo que el uso de aireadores (blowers) es de suma importancia ya que el controlar la cantidad de OD en el estanque garantiza un cultivo cuyo desarrollo resultara exitoso.

E. Meyer (2004) explica que el volumen de aire que sale de los orificios o tubos sumergidos dependen de la fuerza del soplador, el diámetro de los tubos de distribución y de los mismos orificios de salida, así como la profundidad en el agua donde emerge el aire en las burbujas. (Fig. 1).

Figura 12 Transferencia del oxígeno.

Transferencia del oxígeno del aire al agua.		
Volumen de aire movido por el sistema.	Relación entre el área superficial y volumen de cada burbuja.	Tiempo que la burbuja está en contacto con el agua (tiempo para subir y llegar a la superficie del agua).

El control del oxígeno disuelto en un cultivo intensivo garantiza el desarrollo adecuado del mismo y permite incrementar las densidades de siembra hasta en un 30%, obteniéndose buenos rendimientos como el crecimiento de la especie, correcta conversión alimenticia, menor mortandad, etc., además de compensar los consumos de oxígeno demandados por la degradación de materia orgánica y así mantener los niveles más constantes dentro del cuerpo del agua y eliminar los gases tóxicos. Mediante el control de la abertura y cierre de válvulas encargadas del suministro de oxígeno y vaciado del estanque en base laa lecturas obtenidas a través del monitoreo del OD y sedimentación en el agua en tiempo real y así mismo

comprobar que se obtienen valores acordes a lo ya establecido por expertos (FAO, 2018).

## **METODOLOGÍA**

En este tipo de sistemas de multivariados, delimitar el alcance de la investigación es el primer paso. El desarrollo se realiza a través del análisis de la información en base a la calidad del agua que hay en un sistema de cultivo semiintensivo para la especie de mojarra tilapia. Esto es, delimitado en la función del objetivo de esta investigación, en este caso las variables causales del problema que se analizan por ser las prioritarias son OD y la sedimentación de sólidos, por lo que la hipótesis de trabajo, la elaboración del diseño experimental, la realización de los experimentos, el análisis de los resultados y conclusiones, serán generados a través de herramientas y técnicas utilizadas en la recolección de datos para dar validez y confiabilidad al sistema de automatización realizado.

La metodología empleada en el diseño y desarrollo de la automatización del sistema de control propuesto en un estanque de acuicultura (tabla 1), donde se describen las variables utilizadas para realizar el proceso del tratamiento de la información, como lo son los sensores y herramientas de control que se determinaron para la resolución de la problemática planteada anteriormente. Como parte de esta investigación es necesario utilizar el método instrumental de análisis ya que poseen elementos como electrodos, absorción de luz y químicos. Por lo tanto, el sistema de automatización permitirá:

- Monitorear el nivel de OD y sedimento en el cultivo.
- Encender y apagar el blower cuando el nivel de OD esté por debajo de los parámetros indicados y cuando estos se encuentren ya en sus niveles ideales (3.5 y 5.5 mg/lit), y así mismo poder mantener el nivel correcto de OD en el cultivo de manera constante.
- Abrir y cerrar la válvula que permite el paso de OD hacia el agua de manera confiable conforme a las necesidades de los peces.

- Controlar la abertura y cierre de la válvula que permite el vaciado del estanque mediante el monitoreo del sedimento, lo que permitirá al cultivo un correcto desarrollo libre de sedimentación excesiva.

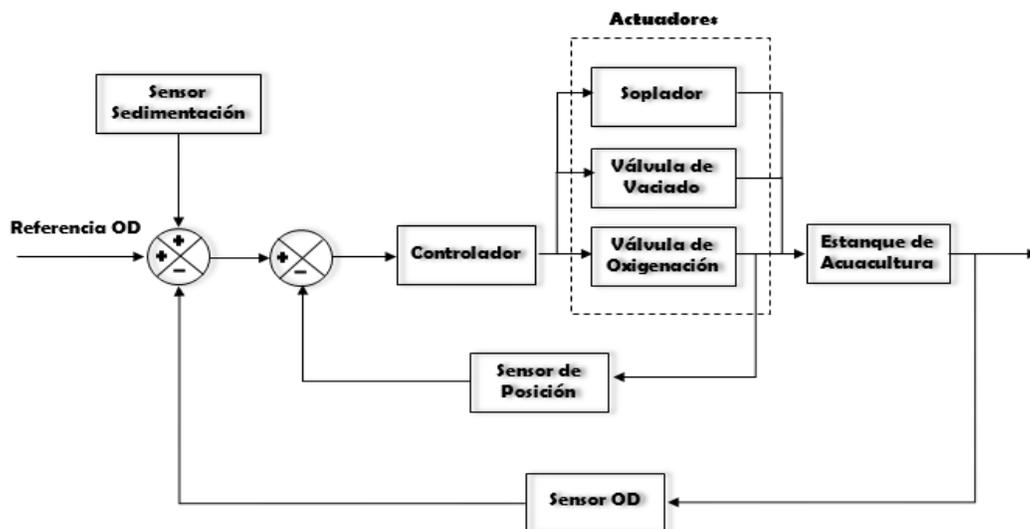
Tabla 1.- Métodos y técnicas utilizadas en el proceso de automatización.

Método	Técnica	Herramienta
Experimental de Rosas y Riveros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de investigación documental.</li> <li>• Observación.</li> <li>• Experimentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de información bibliográfica.</li> <li>• Inspección directa a un fenómeno dentro del medio que se presenta.</li> <li>• Exploratorios, confirmatorios.</li> </ul>

**RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

El desarrollo del sistema del control de las válvulas encargadas del oxígeno y recambio del agua mediante el nivel de sedimentación, consiste en un sistema de lazo cerrado, figura 2, que compara la lectura del sensor de OD con la referencia del mismo además de monitorear los valores obtenidos por el sensor de sedimentación el cual determinará el nivel de turbidez del agua, siendo así el sensor de OD el encargado de activar la válvula de oxigenación y el sensor de sedimentación la válvula de vaciado.

Figura 2.- Diagrama de bloques del sistema de control



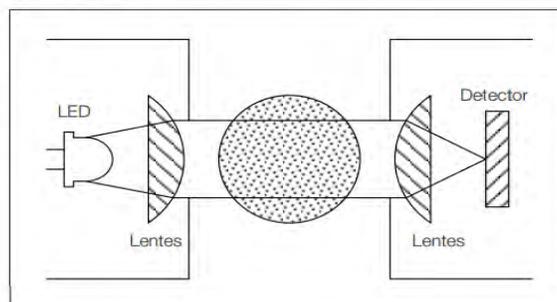
### Sensor de OD

El sensor de OD es el encargado de monitorear los valores de OD en el agua y es también el bloque más importante en el sistema de control, el sensor utilizado actúa mediante el método químico, debido a la viabilidad de un mantenimiento a corto plazo y presupuesto, además de la compatibilidad con el microcontrolador a trabajar. La referencia de OD es el rango de valor del oxígeno disuelto que se desea mantener en el estanque, es decir, el valor máximo y mínimo que se debe tener para obtener en estado óptimo el cultivo, este valor se encuentra dentro de un rango en el que se pretende ahorrar energía al encender el blower ya que al tener un control sobre un valor exacto da por consecuencia un encendido y apagado constante del dispositivo que suministra el oxígeno.

### Sensor de Sedimentación

El sensor de sedimentación es el transductor mediante el cual se conoce si la calidad del agua en el estanque es inadecuada para mantener el nivel óptimo de OD en el estanque debido a las reacciones químicas que se dan dentro del mismo. Debido a que los sensores de sedimentación o de nivel de lodos son demasiado costosos se realizó la adaptación de un sensor de turbidez que toma como principio el método de absorción, figura 3, que es un haz de luz que se transmite a través del líquido con partículas disueltas y una foto detector alineado con la fuente luminosa mide la intensidad del mismo.

Figura 3.- Muestra gráfica del método de absorción



### Sensor de Posición

Se utilizó un sensor de posición específicamente para determinar la posición de la válvula de oxigenación y realizar el cambio de sentido del giro del motor que mueve la válvula, esto debido al principio de funcionamiento del potenciómetro (sensor

utilizado) el cual mide la caída de tensión cuando sus contactos eléctricos se desplazan a lo largo de una pista resistiva generando una posición proporcional a la salida de tensión, dando a conocer la posición en la que se encuentra la válvula de oxigenación y si se encuentra en el rango máximo de apertura y el mínimo de cierre, asegurando que el motor no gire más de lo apropiado y ocasionar daños en la válvula.

Actuadores

Las válvulas son responsables de abrir el paso al oxígeno y dar inicio al vaciado del estanque, cada una tiene especificaciones para poder realizar su función dentro del sistema, estas van de la mano con un motor (actuador) encargado de realizar la abertura y el cierre de cada una, debido a que cada válvula posee distintas especificaciones el motor que la acompañe debe adecuarse a estas para garantizar un conjunto armonioso, figura 4.

Figura 4.- Conjunto de válvulas y motores.



Para poder oxigenar el estanque debe hacerse de manera artificial ya que con el paso del tiempo el agua del estanque tendrá una mayor sedimentación haciendo un efecto de reducción de OD en el agua y la oxigenación por difusión no es suficiente para mantener un nivel adecuado de OD en el agua, siendo un blower o soplador, la opción más adecuada en cuestión de un cultivo semiintensivo, este se encuentra

conectado en la tubería de suministro de oxígeno y se activará cada vez que esté por debajo del rango mínimo permisible de OD.

**Controlador**

Para poder analizar las entradas (sensores), tomar decisiones y posteriormente activar las válvulas (actuadores) y soplador, se llevó a cabo con un controlador, de la familia del ATmega328 en una plataforma reconfigurable (figura 5), por su bajo coste y lenguaje de programación, ya que por el momento no cuenta con ningún tipo de interfaz y tampoco transmite datos por internet, los datos son guardados en una memoria SD mediante un módulo de memoria, ya que son necesarios para las pruebas y para el posterior uso del Sistema de control.

Figura 5.- Arduino Uno R3 y sus características



CARACTERÍSTICAS
Microcontrolador ATmega328
Voltaje de entrada 7-12V
14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
6 entradas análogas
32k de memoria Flash
Reloj de 16MHz de velocidad. (Arduino, 2018).

Para realizar el control del motor de DC se necesitó del puente H Vnh2sp30 para realizar el cambio de giro, ya que este permite que un motor gire en ambas direcciones y regular la velocidad del motor, figura 6.

Figura 6.-Puente Vnh2sp30 y sus características



Características Puente H Vn2sp30
Chip controlador: VNH2SP30.
Voltaje máximo: 16V.
Corriente nominal máxima: 30 A.
Continua Corriente: 14 A.
Pin análogo para el censado de corriente, disponible para Arduino.
MOSFET de resistencia: 19 mΩ (por patilla).
Frecuencia máxima de PWM: 20 kHz.
Apagado térmico, por baja tensión y apagado por sobretensión (Micro JPM, 2018).

El control de la válvula de vaciado, la cual necesita poco más de 6 vuelta para abrir y cerrar completamente, por tal motivo es operada mediante un motor a pasos el cual hará que el movimiento sea lo más preciso posible y no tenga ninguna limitación al girar, este tipo de motor en específico requiere de un driver o controlador de motores a paso y para este caso en particular se utilizó el Microstep Driver TB6600, figura 7, que es compatible con ATmega328 y soporta una gran variedad de voltajes de entrada, de 9 a 42V DC.

Figura 7.- Microstep Driver TB6600.



Para la implementación se realizó una placa de circuito impreso cuya finalidad fue facilitar las conexiones entre el ATmega328, Microstep Driver TB6600 y el motor DC, al mismo tiempo brinda indicadores de válvula abierta o cerrada mediante leds, además de un botón para uso manual.

El sensor de sedimentación opera enviando una señal que consiste en un voltaje alto (poca resistencia) significa que la cantidad de luz es alta, es decir que el agua se encuentra limpia y mantendrá la válvula de vaciado del estanque cerrada, en caso contrario de presentar un voltaje bajo (mayor resistencia) el agua contiene gran cantidad de partículas sumergidas que bloquean el paso de la luz, dando inicio al nivel de suciedad del agua, y por consecuencia se tendrá que abrir la válvula para cambiar el agua sucia y expulsar el sedimento dentro del estanque.

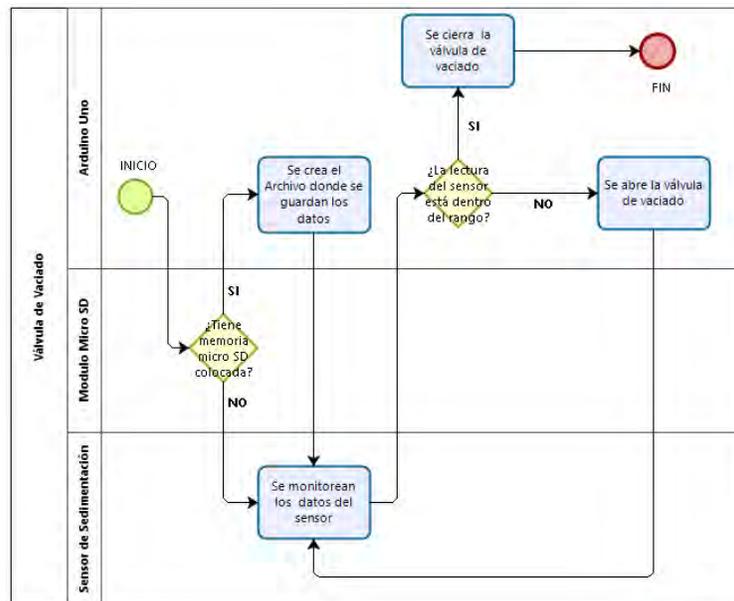
En el caso del sensor de OD consiste en una sonda galvanizada que no necesita tiempo de polarización y permanece disponible en cualquier momento, necesita de una solución de llenado y una tapa de membrana (ambas reemplazables), lo que

por consecuencia genera un bajo costo de mantenimiento, el sensor posee indicaciones especiales para la preparación de la sonda, una vez preparada la sonda enviara señales de voltaje que permitirán la abertura o cierre de la válvula de oxigenación y activación del blower que brindara el oxígeno al estanque.

Un blower o aireador es utilizado para suministrar oxígeno, manipular combustible, gases no corrosivos y no explosivos, no deben ser operados con entrada o salida cerrada y deben ser instalados con forme se indique, además requiere de una conexión eléctrica donde se brinde protección al soplador, su instalación en este sistema cuenta con activación de manera automática y manual (mediante una botonera) en caso de emergencia.

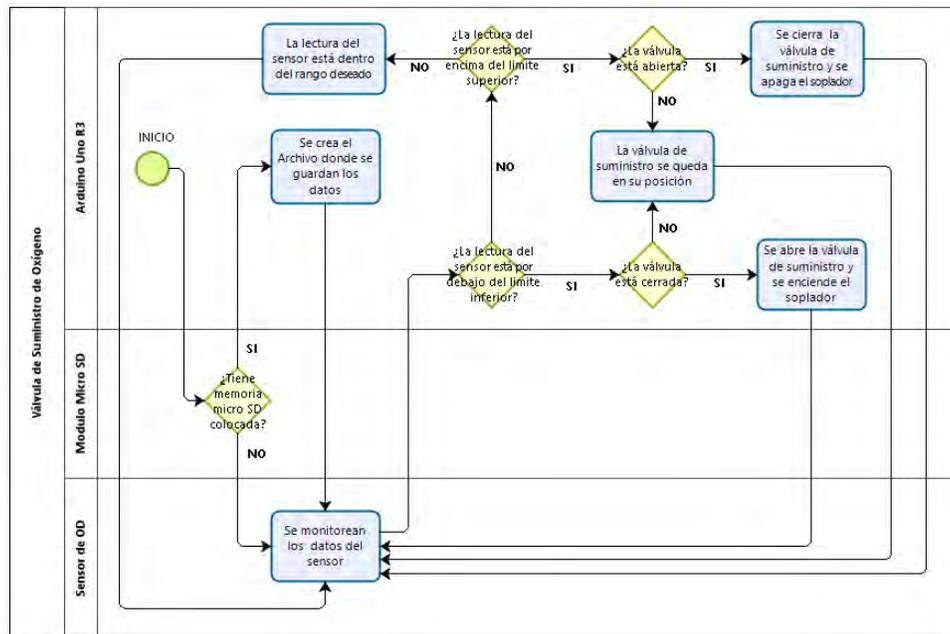
El seleccionar los componentes adecuados para el proyecto permitió que todos los elementos trabajan de manera armoniosa resultando en un sistema automatizado en función de dos requerimientos fundamentales: manejo de válvula de vaciado y válvula de oxigenación. Teniendo la siguiente lógica de funcionamiento para la válvula de vaciado (figura 8).

Figura 7.- Microstep Driver TB6600.



Para el caso del oxígeno, la lógica de funcionamiento de válvula de oxigenación se presenta en la figura 9.

Figura 9.- Diagrama de la programación de la válvula de suministro de oxígeno



En función de estas lógicas de programación el sistema trabaja en conjunto y para comprobar que cumple con las especificaciones dadas se comprobó su eficiencia mediante diversas pruebas, las cuales se realizaron en un estanque de 9,000 lts de capacidad, en el se alteró el nivel de OD mediante el incremento de sedimentos depositados y la inclusión de plantas como el lirio acuático japonés (*Eichhornia crassipes*), esta última redujo los niveles e incremento la cantidad de burbujas introducidas y drenando paulatinamente el agua mediante la apertura de la válvula de desagüe.

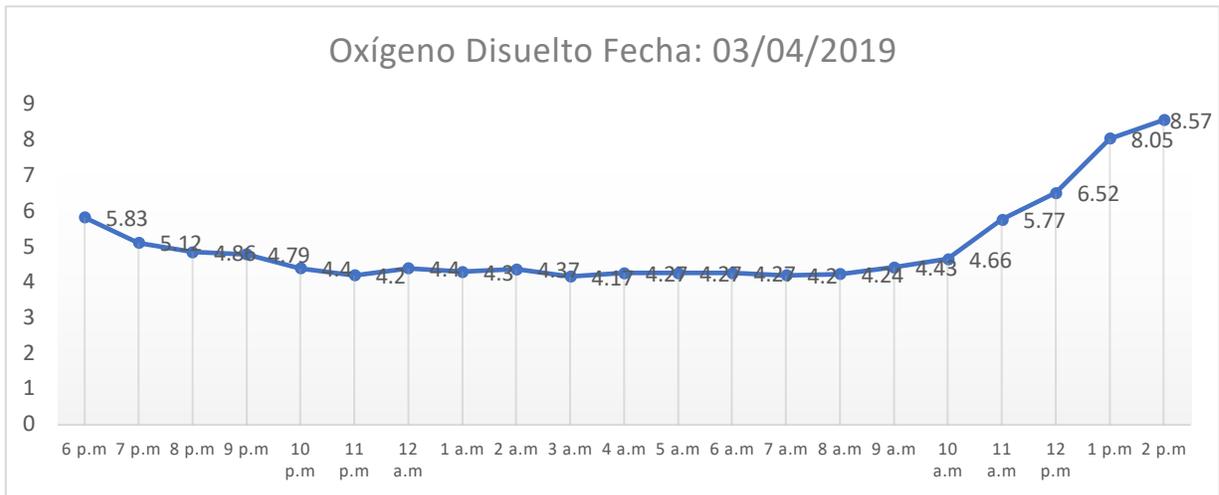
**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Las pruebas fueron realizadas en el lapso de un mes, 12 de marzo al 12 de abril del 2019, estableciendo así el rango mínimo y máximo de OD con el que trabajará de manera permanente el sistema para obtener un mejor funcionamiento y rendimiento. Durante estas pruebas el estanque se encontró en una cuarta parte de

su capacidad máxima, para realizar las pruebas de confiabilidad del sensor de oxígeno de disuelto se comparó con un sensor digital de oxígeno disuelto, con el cual se comprobó que el sensor era confiable pues no sobrepasaba un error mayor a  $\pm 0.5$  mg/l de OD; las pruebas en el sensor de sedimentación sirvieron para establecer una relación entre los valores analógicos arrojados por el mismo y la calidad del agua dentro del estanque.

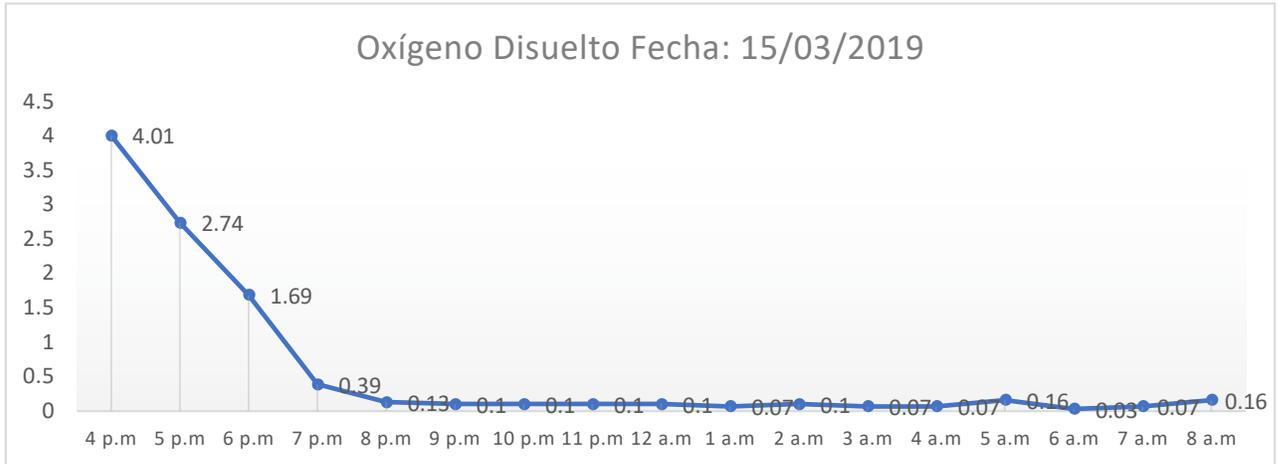
En las pruebas realizadas en el sensor de OD se pudo comprobar la teoría que menciona que el oxígeno disuelto disminuye durante las noches llegando al valor mínimo en el transcurso de la mañana y que posteriormente comienza a subir llegando a su nivel máximo en la tarde. La figura 10 muestra el comportamiento habitual del OD en las pruebas realizadas en agua limpia.

Figura 10.- Datos del Sensor de OD en agua limpia



La figura 11 muestra los datos arrojados por el sensor de OD durante una prueba realizada con agua sucia, a la cual se le mezclaron sedimentos y se introdujeron unas plantas para que consumieran el oxígeno disuelto en el agua del estanque. Como se observa en la gráfica los valores se redujeron a menos de 1 mg/l.

Figura 11.- Datos del Sensor de OD en agua sucia con Sedimentos y plantas dentro del estanque.



Después de realizar las pruebas del OD, se hizo un análisis de los datos, comparando los valores arrojados por el sensor a la misma hora del día, esto para observar el error que se producía de un día con respecto a otro, la tabla 2 muestra los errores obtenidos a la misma hora durante cada prueba, siendo el error la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de las pruebas a la misma hora.

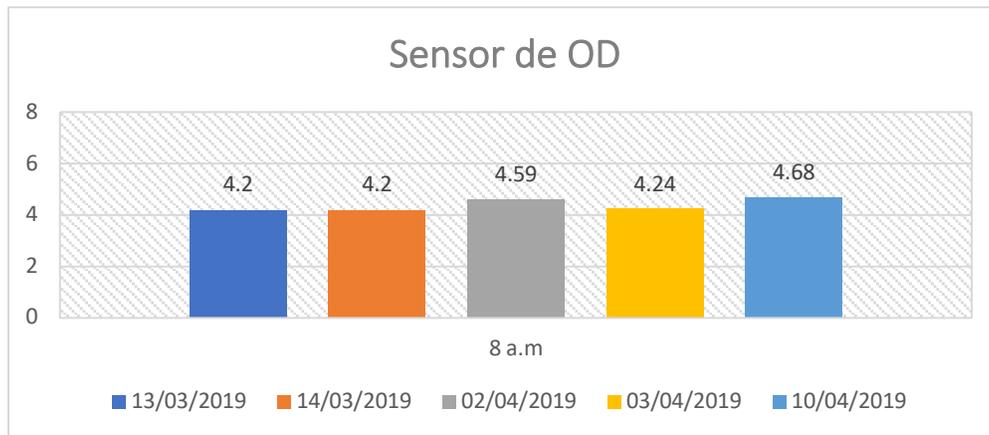
Tabla 2 Error del sensor de OD a la misma hora del día en las diferentes pruebas realizadas.

HORA	Error (mg/l)
6 p.m	1.6
7 p.m	1.75
8 p.m	1.27
9 p.m	1.18
10 p.m	1.83
11 p.m	1.67
12 a.m	1.08
1 a.m	1.22
2 a.m	1.12
3 a.m	1.06
4 a.m	1.12
5 a.m	1.22
6 a.m	1.61
7 a.m	1.11
8 a.m	0.48
9 a.m	0.92
10 a.m	1.48
11 a.m	2.19
12 p.m	2.01
1 p.m	2.25
2 p.m	1.05

Por ejemplo, en la figura 12 se muestran las diferentes pruebas realizadas en el sensor de OD con agua en condiciones similares, el valor máximo y mínimo obtenido a las 8 a.m. fueron 4.68 y 4.2 respectivamente, teniendo como error un

valor de 0.48 mg/l. Con lo anterior se comprobó que la repetitividad del sensor de OD se mantiene, y los errores más grandes se deben a las demás variables que afectan la calidad del agua y de forma directa a la concentración de OD.

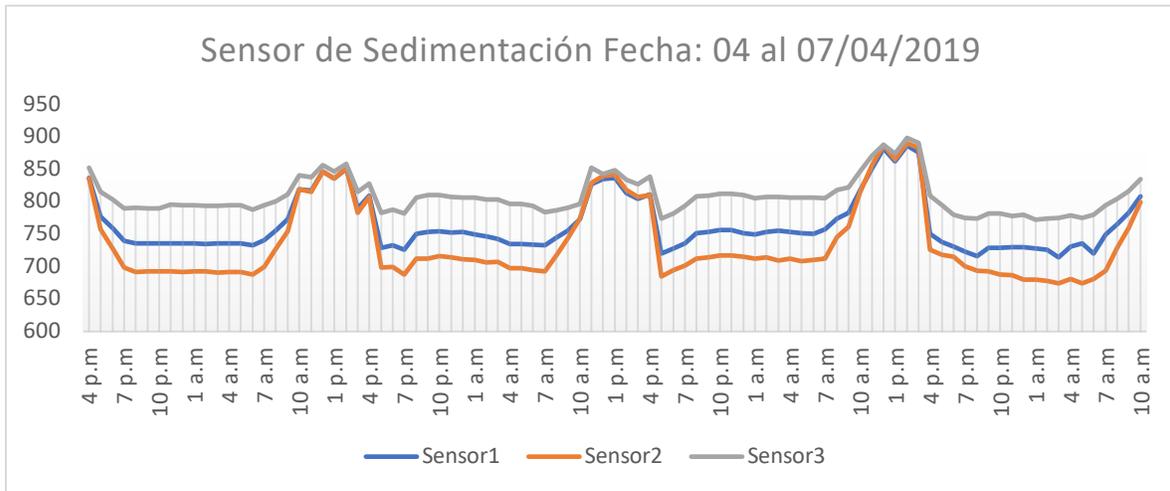
Figura 12.- Datos del Sensor de OD a la misma hora en diferentes días de pruebas.



Las pruebas del sensor de sedimentación se hicieron con el fin de estandarizar los valores analógicos arrojados por el sensor, con el principio de funcionamiento de absorción, esto debido a que este sensor, al ser casero, solo proporciona señales analógicas sin indicar con exactitud si el agua está limpia o sucia, por tal motivo en estas pruebas se guardarán las señales emitidas por este sensor a lo largo del día y la noche, al igual que con agua limpia y sucia, para saber los valores mínimos y máximos, conociendo a partir de qué valor de señal el agua ya se puede considerar sucia o con una mayor turbidez, y por consiguiente que hay una sedimentación en el fondo del estanque.

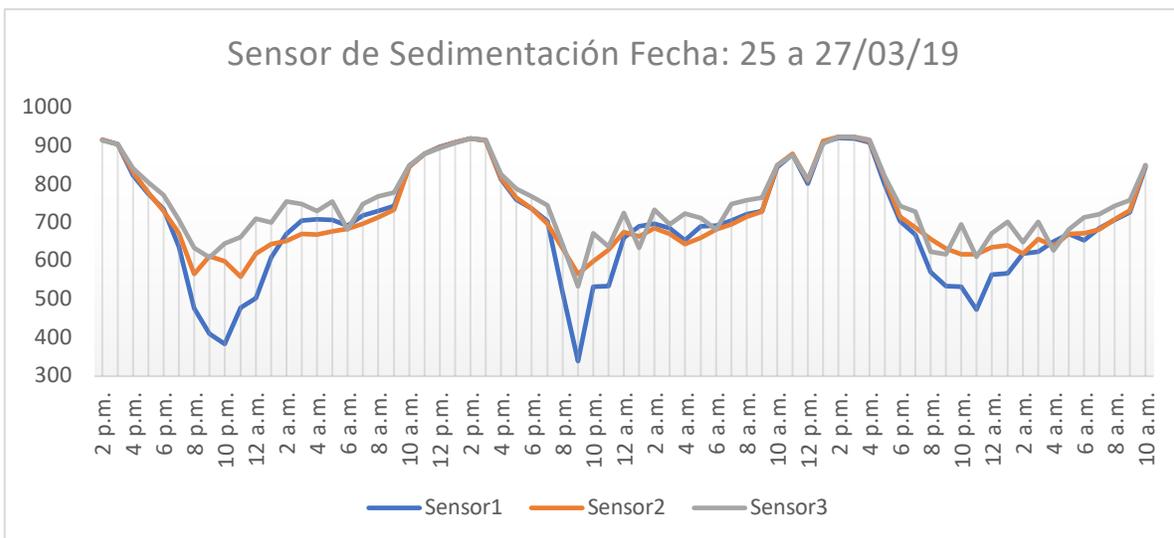
El sensor de sedimentación se compone de tres señales las cuales corresponden a tres juegos de emisores y receptores, la figura 13 muestra el comportamiento más común obtenido en las pruebas realizadas en el sensor en agua limpia, como se puede observar durante las horas que el sol está presente, los valores de las señales son altos y cuando comienza a avanzar la noche los valores disminuyen, esto se debe a que los receptores son afectados por la luz del día y durante la noche el encargado de proporcionar la luz son únicamente los emisores, por lo que estos valores son los más importantes al tener una fuente de luz constante y no variable como lo es la luz del día.

Figura 13.- Valores del sensor de sedimentación en agua limpia.



La figura 14 se muestra los valores de las tres señales arrojadas por el sensor de sedimentación durante una prueba con agua sucia y sedimentación en el estanque, como se observa los valores a lo largo del día son los más altos y disminuyen durante la noche, aunque a diferencia de las pruebas en agua limpia es que en las noches los valores no permanecen constantes debido a las partículas disueltas en el agua.

Figura 14.- Valores del sensor de sedimentación en agua sucia y sedimentación en el estanque.



Una vez terminadas las pruebas se realizó un análisis de los datos, se utilizó el promedio de las tres señales para ser el valor encargado de activar y desactivar la

válvula cuando sea necesario, es por esto que para el análisis de datos se utilizó el promedio de las señales y no estas por separado.

La tabla 3 muestra los errores obtenidos durante la misma hora del día de las pruebas realizadas en el sensor de sedimentación con diferentes condiciones del agua dentro del estaque, es decir agua limpia y sucia, esto para obtener el error más grande y observar la diferencia de las señales cuando el agua está sucia y cuando está limpia.

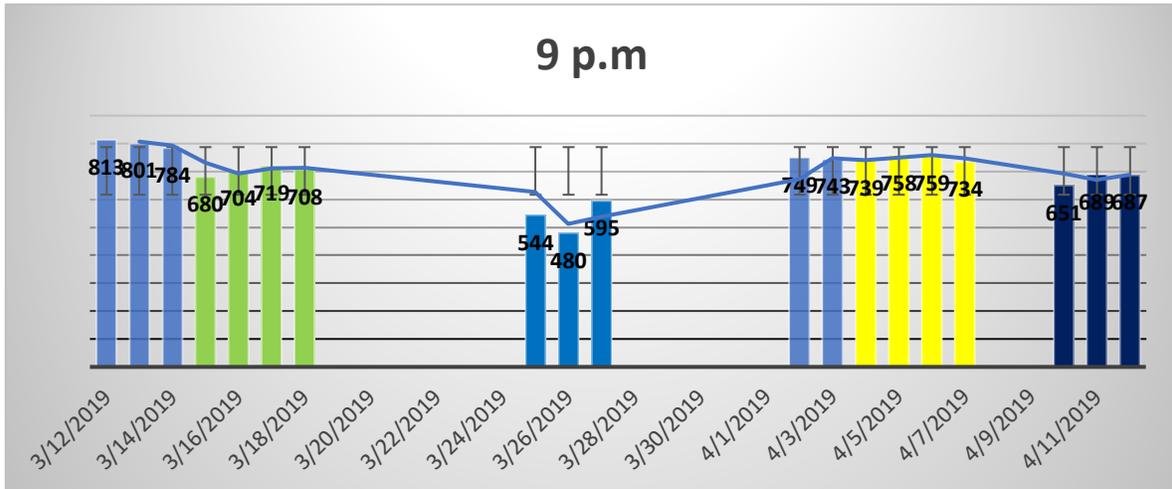
Tabla 3 Error del sensor de sedimentación a la misma hora del día en las diferentes pruebas realizadas.

Hora	Error
2 p.m	125
3 p.m	129
4 p.m	151
5 p.m	143
6 p.m	97
7 p.m	139
8 p.m	254
9 p.m	333
10 p.m	271
11 p.m	248
12 a.m	205
1 a.m	169
2 a.m	175
3 a.m	172
4 a.m	225
5 a.m	229
6 a.m	193
7 a.m	139
8 a.m	138
9 a.m	150
10 a.m	160
11 a.m	113
12 p.m	106
1 p.m	104

La figura 15 muestra los valores arrojados por el sensor sedimentación a las 9 p.m. esto debido a que a esta hora se obtuvo el error más grande entre las pruebas realizadas y esto se debe a que entre las 8 p.m y las 11 p.m se muestran los valores más reales del sensor, esto debido a que esta hora la luz del día ya no afecta a los

receptores y los emisores cumplen con la función de proporcionar la luz constante y así arrojar el valor real de las partículas suspendidas.

Figura 15.- Valor del promedio de las señales del sensor de sedimentación a la misma hora en las pruebas realizadas.



La tabla 4 proporciona los valores máximos y mínimos en las pruebas realizadas, donde se especifica el tipo de prueba (OD o sedimentación), el horario, las condiciones climáticas y la temperatura durante el proceso.

Tabla 4.- Valores máximos y mínimos de las pruebas realizadas.

Prueba		Valor máximo	Hora	Valor mínimo	Hora	Condición	Temperatura
No.1		914	12 p.m.	796	7 a.m.	Agua Limpia, mayormente soleado	Máxima 30°C Mínimo 14°C
No.2	SED	915	11 a.m.	792	2 a.m.	Agua Limpia, Soleado	Máxima 31°C Mínimo 20°C
	OD	8.34	1 p.m.	4.14	6 a.m.		
No.3	SED	877	11 a.m.	759	5 a.m.	Agua Limpia, Soleado	Máxima 26°C Mínimo 17°C
	OD	7.43	6 p.m.	3.62	6 a.m.		
No.4	SED	832	10 a.m.	660	8 p.m.	Agua Sucia, Parcialmente nublado	(17°C-14°C) (17°C-13°C) (18°C-13°C)
	OD	4.01	4 p.m.	0.03	7 a.m.		
No.5		870	10 a.m.	693	8 p.m.	Agua Sucia, parcialmente nublado con precipitaciones	(27°C-13°C) (24°C-12°C) (23°C-10°C)
		897	11 a.m.	704	5 a.m.		
		863	11 a.m.	570	5 a.m.		
No.6		916	2 p.m.	543	10 p.m.	Agua Sucia y Sedimentación, parcialmente nublado	Máxima 19°C Mínimo 13°C
		919	2 p.m.	480	9 p.m.		
		923	2 p.m.	567	11 p.m.		
No.7	SED	895	12 p.m.	648	5 a.m.	Agua Limpia, parcialmente nublado	Máxima 25°C Mínimo 12°C
	OD	7.69	12 p.m.	4.46	9 a.m.		
No.8	SED	869	12 p.m.	737	6 a.m.	Agua Limpia, mayormente soleado	(27°C-15°C) (26°C-16°C) (29°C-16°C) (31°C-16°C)
	OD	8.57	2 p.m.	4.17	4 a.m.		
No.9		849	12 p.m.	736	6 a.m.	Agua con pocas partículas suspendidas, mayormente soleado	Máxima 26°C Mínimo 16°C
		853	2 p.m.	732	7 p.m.		
		885	12 p.m.	726	5 p.m.		
		891	2 p.m.	721	3 a.m.		
No.10	OD	7.52	2 p.m.	4.52	10 a.m.	Agua Verduzca, mayormente soleado con intervalos nublosos	Máxima 27°C Mínimo 16°C
	SED	870	1 p.m.	651	9 p.m.		
		892	3 p.m.	689	9 p.m.		
	903	3 p.m.	678	10 p.m.			

En base a las condiciones de cada prueba se realizó una comparación de valores, cuando el agua está limpia, cuando está sucia y cuando tiene sedimentación. Dando como resultado la tabla 5.

Tabla 5.- Calidad del agua con base a los valores del sensor de sedimentación.

Valor	Calidad del agua
920-720	Bueno
720-520	Regular
<520	Malo

### CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En base a las pruebas realizadas, se ha concluido que los sistemas de control cumplen con la función del vaciado del estanque y con el suministro de oxígeno, sin embargo aún presentan detalles que tienen solución y que pueden hacer una mejora sobre dichos sistemas, respecto a la válvula de vaciado, se deben de generar más pruebas sobre el sensor de sedimentación, ya que este cumple con la función necesaria para saber cuándo el agua está limpia y cuando presenta una cantidad considerable de partículas, sin embargo los valores analógicos arrojados por el sensor no representan algo estandarizado, solo se logró dar una interpretación de bueno, regular y malo a la calidad del agua; ahora respecto a la válvula de suministro de oxígeno no se tiene ningún problema con el sensor de OD, pero la desventaja de este es que necesita un correcto mantenimiento para así evitar fallas dentro del sistema. El rango OD mejor establecido para este sistema quedo en un máximo de 8 mg/l y un mínimo de 5 mg/l, de esta manera se evitara llegar al punto crítico donde los peces comienzan a estresarse y a morir. La tabla 6 muestra las condiciones del agua en el estanque dependiendo del rango de oxígeno disuelto que contiene.

La propuesta opera mediante un sistema de control de lazo cerrado eficaz y sustentable que, al agregar un sensor de temperatura, precisaría el nivel de saturación del oxígeno optimizando gastos en consumo de energía eléctrica.

Tabla 6.- Condiciones del agua dependiendo del oxígeno disuelto y sus posibles consecuencias.

<b>OD (mg/l)</b>	<b>Condición</b>	<b>Consecuencias</b>
<b>0</b>	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios.
<b>0-5</b>	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles.
<b>5-8</b>	Aceptable	OD adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
<b>8-12</b>	Buena	
<b>&gt;12</b>	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arduino. (2018, Septiembre). Recuperado en septiembre de 2018, de <https://www.arduino.cc/>
- Daniel E. Meyer (2004). Introducción a la Acuicultura, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Egna, H. S. / C. E. Boyd, EDS. (1997). Dynamics of Pond Aquaculture. Boca Ratón, FL.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018, Agosto). Cultivo en sistemas de recirculación. Recuperado en agosto de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/l8156s/l8156s0a.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). Estado mundial de la pesca y acuicultura. Recuperado en agosto de 2018, de PDF.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018, agosto). La nutrición y alimentación en la acuicultura de América latina. Recuperado en agosto de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab459s/AB459S03.htm#ch3>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). Manual para extensionista en Acuicultura. Recuperado en septiembre de 2018 de PDF.
- Saavedra Martínez M.A. (2006). Manejo del cultivo de Tilapia. Recuperado en septiembre de 2018, de PDF.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018, agosto). Mejora de la calidad de agua en los estanques. Recuperado en agosto de 2018, de [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#1a](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#1a)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018, agosto). Métodos sencillos para la acuicultura. Recuperado en agosto de 2018, de [http://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/Index.htm](http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/Index.htm)
- Pololu. (2018, septiembre). Recuperado en septiembre de 2018, de <https://www.pololu.com/product/1182>

# APLICACIÓN DE LA INGENIERIA DE METODOS PARA LA MEJORA DE LA PROUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA TEXTIL (CASO DE ESTUDIO)

VIRGILIO CUAUTENCO HERNANDEZ<sup>1</sup>, LIZZETT RIVERA ISLAS<sup>2</sup>, LIZBETH HERNANDEZ ESCAMILLA<sup>3</sup>, EDGAR JESÚS CRUZ SOLÍS<sup>4</sup>, JULIO CESAR MARTÍNEZ HERNÁNDEZ<sup>5</sup>

## RESUMEN

El departamento de producción de una organización puede considerarse como el corazón de la misma, si la actividad de esta área se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. Con base en lo anterior, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son parte importante de cualquier centro de fabricación.

En el presente trabajo se describe y aplica la ingeniería de métodos mediante el diseño, la formulación y selección de los mejores técnicas, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería, con la finalidad de incrementar la productividad en una empresa textil asegurando que cumpla con productos de calidad y pedidos en tiempo, con una inversión mínima y con el máximo de satisfacción por parte de sus empleados. Comprendiendo que todos los aspectos de un negocio o industria son áreas fértiles para la aplicación de la ingeniería de métodos.

Palabras Clave: Métodos, Tiempos, Procesos, Calidad.

## ABSTRACT

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango cuautenco@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango lizzarivera1976@outlook.es

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango lizblue32@hotmail.com

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango edgar.itsh@gmail.com

<sup>5</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango jc.martinez@huauchinango.tecnm.mx

The production department of an organization can be considered as the heart of it, if the activity in this area is interrupted, the entire company would cease to be productive. Based on the above, the activities of methods, study of time and wages are an important part of any manufacturing center.

This work describes and applies the engineering of methods through the design, formulation and selection of the best techniques, processes, tools, various equipment and specialties necessary to manufacture a product after the drawings and work plans have been prepared. In the engineering section, in order to increase productivity in a textile company ensuring that it meets quality products and orders on time, with a minimum investment and maximum satisfaction from its employees. Understanding that all aspects of a business or industry are fertile areas for the application of method engineering.

Key words: Methods, Times, Processes, Quality.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, una de las técnicas más utilizadas para aumentar la productividad es la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos. El campo de estas actividades comprende el diseño, la formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería de trabajo. Por lo que se debe comprender que todos los aspectos de un negocio o industria son áreas fértiles para la aplicación de métodos y estudio de tiempos. El departamento de producción de una organización puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta área se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. Así pues, en el desarrollo de este proyecto se irán mostrando como se aplicaron las técnicas mencionadas anteriormente con las cuales se elevará la productividad en una empresa textil, cuyo principal producto son trajes para niño y caballero, aprovechando los recursos de mejor manera, asegurando calidad y cumpliendo con la demanda de clientes en tiempo y cantidad. En el transcurso de este proyecto se descubrirá la situación en

la que se encontraba la empresa y los avances que se consiguieron, la forma en la que se llevaron a cabo y la metodología que se adoptó.

## **METODOLOGÍA**

**Obtener y presentar datos:** Se recopiló la información sobre el proceso de producción, se desarrolló una descripción de las estaciones de trabajo, se construyeron diagramas de los procesos de operación, se tomaron tiempos con cronómetro de las operaciones, y se elaboraron diagramas de flujo de proceso.

**Análisis de información:** En este punto se estudió la información recabada con el fin de encontrar datos relevantes, con la ayuda de herramientas como el diagrama de Ishikawa. Se determinó cuáles son las herramientas adecuadas para llevar a cabo el desarrollo del método, así como los factores preponderantes en el diseño del nuevo método de trabajo.

**Desarrollar el método ideal:** Se seleccionó el mejor procedimiento para cada operación, inspección o transporte tomando en cuenta las restricciones asociadas con cada alternativa, se incluyen las implicaciones de productividad, ergonomía y seguridad e higiene, las cuales consisten en usar el enfoque básico del análisis de operaciones, diagramas de proceso bimanual, principios del diseño de trabajo y diseño del entorno de trabajo todo esto con el objetivo de decidir qué alternativa dará como resultado entregas a tiempo y cumplimiento de pedidos.

**Establecer el método de trabajo:** Se consideraron todos los detalles del centro de trabajo para asegurar que el método propuesto proporcione los resultados previstos, en este punto se presentó el nuevo método a los operarios y se les dio un curso de capacitación para la comprensión del nuevo método, este paso se complementó con las herramientas de toma de decisiones.

**Análisis del trabajo:** En este punto se atendió la relación estrecha entre el método ideal y los tiempos estándar requeridos para realizar la operación. Esto fue necesario para reflejar las condiciones, deberes y responsabilidades del nuevo método, se usó el diseño del trabajo cognitivo como técnica de apoyo.

**Establecer estándares de tiempo:** Se llevó a cabo una evaluación en los tiempos ya registrados con un estudio de tiempos con cronómetro.

Seguimiento: De manera periódica, se audito el método instalado para determinar si la productividad y la calidad previstas eran las obtenidas, si la proyección de los costos era la correcta y si podían hacerse nuevas mejoras.

Resultados y discusión: Una vez que la información fue recopilada y analizada se llegó a la conclusión, de que el principal factor de la baja productividad en la elaboración de los trajes, es el método de trabajo establecido, el cual provoca que se generen desperdicios de tiempo, materiales, movimientos y traslados, generando reprocesos y problemas de calidad. Se aplicaron los principios para análisis de operaciones y las propuestas de mejora fueron las siguientes:

Primer enfoque:

Figura 1. Maquina tendedora.



Fuente: [http://www.emar.com.mx/old\\_emar/extendedora\\_telas.htm](http://www.emar.com.mx/old_emar/extendedora_telas.htm)

Propósito de la operación, tendido de tela, este elemento se lleva un tiempo de 1 hora como mínimo, es aconsejable utilizar una maquina tendedora, que consiste en un sistema de tubos y rodamientos mediante los cuales el operario puede tender de manera más fácil y rápida. Se propone la adquisición de una maquina tendedora (fig.1), la cual tiene la capacidad de extender 50 capas de tela en 15 minutos. Lo que nos ahorraría hasta 45 min para en el desarrollo de esta actividad.

Para el área de corte se propuso un software especializado en la industria textil para la colocación de modelaje y un plotter textil para la impresión del mismo, por lo que ya no habrá necesidad de trazar a mano; los operarios solo se limitaran a cortar las piezas, lo cual disminuirá tiempos en la operación, fatiga del operario y mejorara la precisión del marcado.

Segundo enfoque:

Diseño de la parte, al seguir las especificaciones del cliente, las características de uno de los artículos (traje ingles) quedo de la siguiente manera:

Figura 2. Pantalón con pinzas talla 31 para saco estilo inglés talla 36.

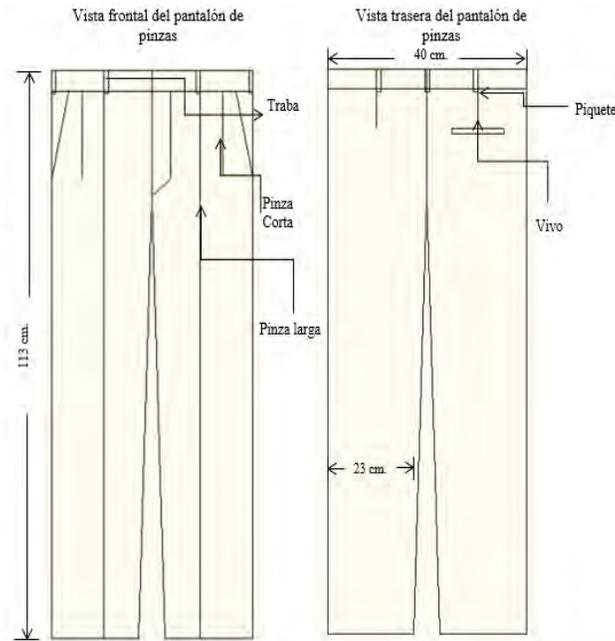


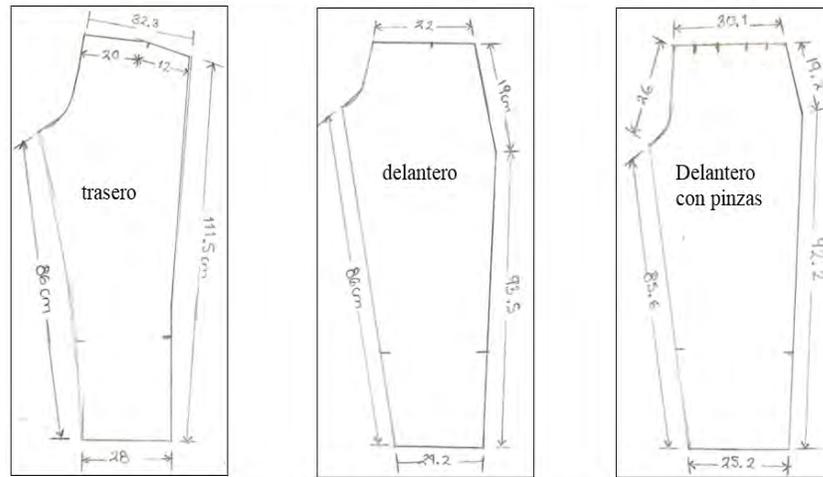
Figura 3. Vista frontal del saco estilo inglés



Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Moldes pantalón.



Fuente: elaboración propia.

Cuarto enfoque:

Material (tela), estructura laminar flexible, resultante de la unión de hilos o fibras de manera coherente al entrelazarlos. Se usan varios tipos de tela, todo depende del cliente. A continuación, se muestran las especificaciones definidas con base a características deseables. Después de las operaciones de corte los trozos de tela que sobran serán resguardados y vendidos como desperdicio para su reprocesamiento.

Tabla2. Características de la tela.

Tela	Características
80 % poliéster, 23.3 % rayón, 2.7% acrílico (sintética)	Resistencia al calor y la humedad, facilidad de tinción y elasticidad, económicas.
65% poliéster, 35% viscosa (Semisintética)	Facilitan el planchado, son más económicas.

Fuente: elaboración propia.

Forro, es una tela liviana de tejido de tafetán, de rayón, acetato o sintético. Se usa para forrar algunas piezas. En el caso del saco se usa en la parte interna para cubrir las costuras de la tela principal. En la empresa se emplean dos tipos de forro para los sacos, uno está compuesto de 65% poliéster y 35% acetato y el otro es 100% poliéster, todo depende del cliente.

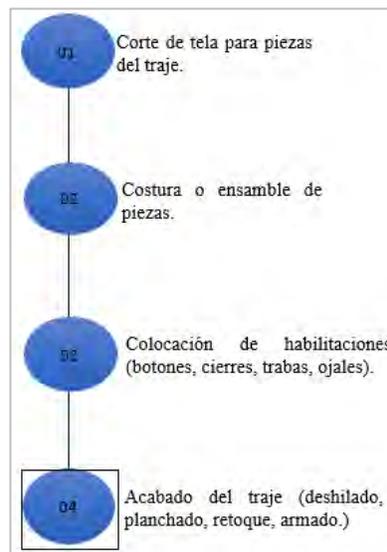
Entretelas, es un producto utilizado en la confección, que le da cuerpo a las prendas, constituyéndose en el elemento fundamental en orden a obtener prendas perfectamente estéticas. Las entretelas que deben utilizarse para el saco entran en la clasificación de entretelas fusionables, ya que vienen con aplicaciones de resina

de un lado lo que con cierta temperatura le permite adherirse a la tela principal, es lo que se denomina termo- sellado. Tienen grandes cualidades tales como: resistencia a la tensión y tienen un peso de 20 gr/m<sup>2</sup>. La entretela está muy relacionada con la tela principal, se debe tomar en cuenta el grosor del tejido, el fin de la tela, o sea, qué se va a fabricar con ella y el tipo de mantenimiento a que va estar sometida la prenda durante su uso normal. Si el tejido es grueso, la entretela debe tener la resina en granos sobresalientes sobre su superficie, con el fin de tener un buen pegado en el proceso.

Para el caso de la tela principal del saco se usará una primera entretela delgada a consecuencia de que la tela principal es de un grosor mínimo, esto con el fin de evitar que cuando se efectuó el proceso de termo sellado, la resina no se distribuya de manera uniforme y se generen manchas similares a las que deja la grasa derretida sobre un papel.

Quinto enfoque: Secuencia y proceso de manufactura.

Figura 6. Diagrama de procesos operativos de la elaboración del traje



Fuente: elaboración propia.

Sexto enfoque:

Preparación y herramientas, una de los aspectos más importantes en la confección es la elección correcta del tamaño de la aguja ya que esto determina para el rendimiento del cosido. El grosor de la aguja se escoge según la estructura del tejido plano o tejido de punto, especialmente con relación al grosor del mismo o su

porosidad; si la aguja es demasiado fina para que el hilo pueda pasar libremente a través del ojo y de los canales, el hilo sufrirá una abrasión excesiva y puede enredarse o engancharse y romperse, generando tiempos muertos y ralentizando el flujo de la producción.

#### Máquina de corte

Cortadora vertical, puede cortar de acuerdo a la longitud de la cuchilla de 5 a 10 pulgadas de espesor que es el equivalente a cortar 100 capas de tela, las cuchillas se auto afilan por medio de abrasivos. Para que las maquinas cumplan con su cuota de producción, estas deben estar en óptimas condiciones, para ello se deben realizar los siguientes trabajos.

#### Limpieza de maquina

Antes de poner en marcha la máquina al inicio de cada jornada o después de haber estado parada durante cierto tiempo, deberán realizarse los siguientes trabajos:

- Limpiar el polvo.
- Comprobar el nivel de aceite o, dado el caso engrasarla.
- Engrasar el garfio y limpiar el aceite sobrante.
- Realizar una prueba de costura, cosiendo unos segundos a una velocidad baja y pasar después a la velocidad máxima admisible.

#### La lubricación

Es muy importante para una maquina ya que con el uso esta sufre un desgaste en sus piezas, lo que hace la lubricación es que forma una película aislante entre las piezas de contacto, la cual evita la fricción o la reduce a un mínimo tolerable.

- a) Lo que no debe lubricarse: los cojinetes de bolas sellados y provistos de grasa.
- b) Lo que si debe lubricarse: pernos, cojinetes, carriles, pistas de rodadura, barra de aguja, barra del pie prensa tela, etc.
- c) Con qué frecuencia debe lubricarse: Toda máquina debe lubricarse con regularidad dependiendo de la intensidad de trabajo esto puede ser mensual o trimestralmente.

#### Herramientas de trabajo

Se debe disponer siempre de un juego de herramientas completo y en buenas condiciones:

- Un destornillador de placa de aguja.
- Un destornillador para la capsula porta bobina.
- Un pincel para el polvo.
- Una aceitera.
- Una pinza.

#### Tipos de mantenimiento

- Mantenimiento diario
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

#### Mantenimiento diario

Dependiendo del tipo de máquina y la carga de trabajo a que se halle sometida, ya sea por la fuerte acumulación de pelusas o por la elevada velocidad de costura, deberá echarse una gota de aceite en la pista del garfio cada vez que se cambie la bobina. Además:

- Limpiar con brocha o pincel todos los residuos de pelusa en: dientes de arrastre, garfios y bobina.
- Revisar el flujo de aceite de la maquina en el visor.
- Colocar una tela debajo de la prensa tela dejando la aguja clavada.

#### Mantenimiento preventivo

Se realiza por máquina, cada 50 horas de trabajo. Este mantenimiento es muy importante porque puede evitar problemas mayores en la maquina en el futuro causados por acumulación de pelusa, desgaste de piezas (metales), partes sobre usadas del motor entre otros. Generalmente este mantenimiento se enfoca en las zonas de rozamientos de metales, áreas por donde circula el aceite y áreas donde se acumula la pelusa o los residuos del hilo.

#### Mantenimiento correctivo

Es aquel mantenimiento donde interviene un mecánico especializado, cuando se presente un desperfecto que requiere el cambio de una parte o de una pieza de la máquina, que sin el conocimiento técnico necesario no se puede llevar a cabo.

Séptimo enfoque:

Manejo de materiales, se refiere al manejo de materiales, para este enfoque nos centramos en la designación de un área de almacén específicamente donde se conjunten todos los rollos de tela, así como habilitación. Los almacenes tienen como objetivo principal el brindar a los materiales una protección adecuada. El principal recurso de los almacenes es el espacio, por lo que se busca aprovecharlo al máximo.

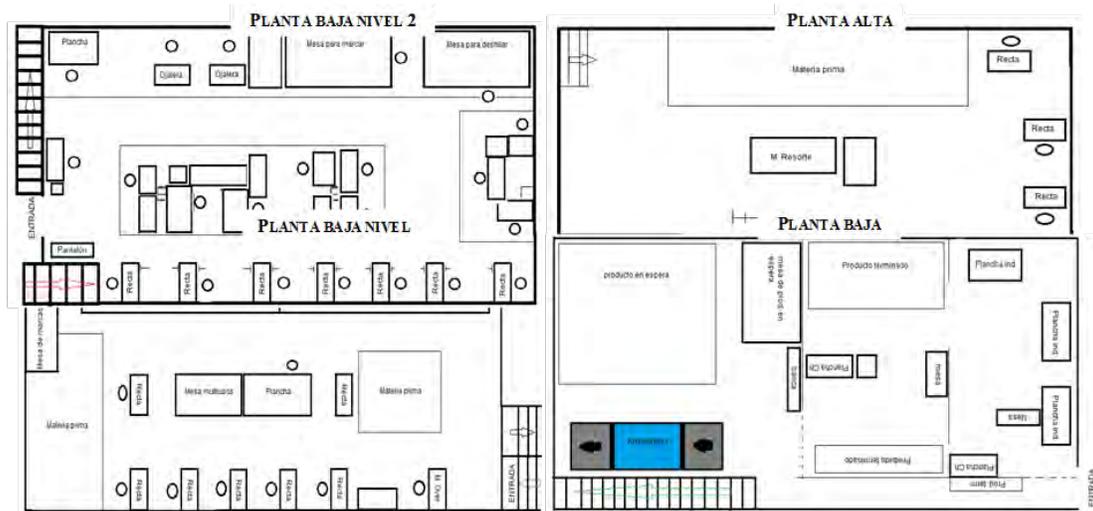
Lo más recomendable en esta empresa textil en cuanto al manejo de materiales fue la creación de un almacén y el manejo de anaqueles o racks para los rollos de tela. Ya que la empresa no cuenta con un sistema de manejo de materiales. Las piezas se encuentran en el suelo y en ocasiones se usan cajas, los rollos de tela se encuentran colocados en el suelo sin un sistema de protección al material. Las habilitaciones tampoco tienen un lugar apropiado.

Octavo enfoque:

Distribución de planta, la distribución de planta, es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.

A continuación, se muestra la distribución de planta actual y propuesta en la cual se designó el área de almacén.

Figura 7. Distribución de planta.



Fuente: elaboración propia.

Noveno enfoque:

Diseño del trabajo, se analizaron las estaciones de trabajo, obteniendo algunos datos relevantes, por ejemplo, no se les proporciona bancos ajustables para sentarse, en el caso de los operadores que tienen que llevar a cabo su trabajo de pie en una jornada de 9 horas incluso más. No se tiene un sistema de descanso o amortiguamiento en sus pies, esto propicia enfermedades a futuro.

- Después de haber analizado este enfoque las propuestas para las estaciones de trabajo son las siguientes:
- Uso de tapetes elásticos anti fatiga para los operarios que cumplen con una jornada completa de trabajo de pie (retocadores y operadores de plancha industrial). Estos tapetes permiten pequeñas contracciones de los músculos de las piernas, lo que fuerza a la sangre a moverse y evitar que se acumule en las extremidades inferiores.
- Alternar posiciones de pie y sentado para los deshiladores y cortadores. Así como la utilización de bancos ajustables que sean lo suficientemente altos para que sus pies puedan descansar.
- Facilitar sillas ajustables para los COSTUREROS, así como cojines suaves.
- El espacio del operario que se encuentra sentado cuente con un espacio de 70 a 80 cm, para poder moverse con facilidad.
- El ángulo del tobillo de los operarios de la plancha industrial no debe sobrepasar de 25 a 30°.
- Se propone un nivel de iluminación de por lo menos 750 luxes como lo marca la Nom-025-STPS-2008, evitando deslumbramientos y las luminarias deberán equiparse con difusores para impedir la visión directa de la lámpara, colocándose de forma que el ángulo de visión sea superior a 30° respecto a la visión horizontal para evitar deslumbramientos.
- Para los costureros que permanecen sentados toda la jornada, Es aconsejable el uso de bancos o sillas ajustables.
- En el caso de los operarios que están toda la jornada sentados deben tener un espacio de 80 cm para poder moverse libremente.

Estudio de tiempos; se realizó el estudio de tiempos una vez modificado el método de trabajo, en la siguiente tabla se muestran los tiempos finales, haciendo una comparación con los tiempos iniciales. Cabe mencionar que para este análisis se consideró una jornada de nueve horas por día, con 55 min efectivos por hora.

Tabla 3. Análisis de tiempos saco inglés (nuevo método de trabajo).

<b>Saco estilo inglés</b>			
<b>T.C. inicial</b>	<b>producción por: día</b>	<b>semana</b>	<b>mes</b>
8.75 min.	56.6 pzas.	317.1 pzas.	1268.6 pzas.
T.C. final	producción por: día	semana	mes
7.82 min.	63.3 pzas.	355 pzas.	1420 pzas.
Diferencia en piezas			
+ 6.7 piezas/día			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Análisis de tiempos saco normal (nuevo método de trabajo).

<b>Saco estilo normal</b>			
<b>T.C. inicial</b>	<b>producción por: día</b>	<b>semana</b>	<b>mes</b>
7.01 min.	70.5 pzas.	395.5 pzas.	1581.9 pzas.
T.C. final	producción por: día	semana	mes
6.68 min.	74.1 pzas.	415.2 pzas.	1660.8 pzas.
Diferencia en piezas			
+ 3.5 piezas/día			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Análisis de tiempos saco mao (nuevo método de trabajo).

<b>Saco estilo cuello Mao</b>			
<b>T.C. inicial</b>	<b>producción por: día</b>	<b>semana</b>	<b>mes</b>
7.01 min.	70.5 pzas.	395.5 pzas.	1581.9 pzas.
T.C. final	producción por: día	semana	mes
6.68 min.	74.1 pzas.	415.2 pzas.	1660.8 pzas.
Diferencia en piezas			
+ 3.5 piezas/día			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Análisis de tiempos pantalón (nuevo método de trabajo).

<b>Pantalón con pinzas</b>			
<b>T.C. inicial</b>	<b>producción por: día</b>	<b>semana</b>	<b>mes</b>
3.21min.	153.9 pzas.	862.7 pzas.	3450.8 pzas.
T.C. final	producción por: día	semana	mes
2.73 min.	181.1 pzas.	1015.2 pzas.	4061.0 pzas.
Diferencia en piezas			
+ 27.2 piezas/día			

Fuente: elaboración propia.

## **TRABAJO A FUTURO**

En el área de corte se asignó el lugar para la futura instalación de la máquina de marcado o plotter y el equipo de cómputo con el software de CAD/CAM, es lo que se pudo hacer ya que no se tiene el capital para adquirir el equipo y se habilito el espacio para el óptimo funcionamiento del área:

- Delimitación del espacio para el equipo.
- Un sistema de protección antipolvo.
- Una base inferior para que no se vea afectado por la humedad.

## **CONCLUSIONES**

De manera general podemos concluir que se cumplieron con las expectativas por el personal encargado de la empresa, ya que obtuvieron beneficios, y resultados colaterales como lo son la disminución de tiempos y distancias en la producción del traje. Así como un mejor desempeño del personal, los cuales trabajan con satisfacción y sin la presión constante. Con la implementación del nuevo método y después de la revisión se encontraron diferentes mejoras las cuales se especifican a continuación:

En cuanto a infraestructura y maquinaria.

- Reducción de distancias.
- Reducción de tiempos.
- Aprovechamiento de espacios.
- Limpieza de espacios.
- Incremento en la vida útil y eficiencia de la maquinaria (mantenimiento).

En cuanto al personal y el método.

- Eficiencia en su tarea (capacitación).
- Seguridad en la estación de trabajo.
- Eliminación de re trabajos.

Por otro lado, el estar trabajando de manera directa en la línea de producción de la empresa hizo evidente que a pesar de que se trabajó con lo más básico que fue estudio del trabajo, es una parte fundamental de cualquier empresa, teniendo estas bases bien definidas se puede incrementar la productividad de manera significativa,

y más adelante implementar nuevas metodologías de trabajo, teniendo siempre en mente la mejora continua.

Al tener un trato directo con la gente y al mismo tiempo el manejo de personal y la toma de decisiones importantes; es necesario tener un alto grado de responsabilidad y siempre tratar de hacer las cosas de la mejor manera posible, sin olvidar el respeto y la tolerancia hacia los demás, sin ocupar en ningún momento el abuso del poder ni buscar el beneficio propio para lograr buenas relaciones con todo el personal de la organización.

Las áreas tradicionales de oportunidad para los involucrados en ingeniería, administración industrial, administración de negocios, psicología industrial y relaciones laborales son: 1) medición del trabajo, 2) métodos y diseño del trabajo, 3) ingeniería de la producción, 4) análisis y control de la manufactura, 5) diseño y planeación de plantas industriales, 6) administración de salarios, 7) ergonomía y seguridad, 8) producción y control de inventarios y 9) control de calidad.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior Huauchinango por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto, así mismo este trabajo es producto de la línea de investigación Ingeniería, Tecnología e Industria.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- García, Roberto (1999). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Mc Graw Hill 2º edición. México.
- Gonzales, C., Isaac, M., & Escriba Gutierrez, M. G. (2019). Propuesta de mejora en el proceso de costura de las PYME del sector exportador de confecciones de prendas de vestir de tejido de punto de algodón aplicando herramientas Lean basadas en celdas de manufactura flexible y sistema Pull.
- Kalpakjian, S., & R. Schmid., S. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. Edo. de México: Prentice Hall.
- Kanawaty, G. (1998). Introducción al estudio del trabajo. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Manene, L. M. (28 de Julio de 2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones, fuente [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/AE/EA/AM/07/Los\\_diagramas\\_de\\_flujo\\_su\\_definicion\\_objetivoventajas\\_elaboracion\\_fase.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivoventajas_elaboracion_fase.pdf)
- Niebel, Benjamín W. / Freivalds, Andris. (2004). INGENIERIA INDUSTRIAL: Métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfa omega 11º edición. PAÍS: MEXICO.
- Vásquez, W. J. (2012). Ingeniería y Procesos de Manufactura I. Editorial Universitaria.

---

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DISPENSADORA DE LÍQUIDOS

FRANCISCO RAMOS GUZMÁN<sup>1</sup>, EMILIANO ALÉXIS ESCAMILLA MENDOZA<sup>2</sup>, GRACIELA  
SANTOS MARTÍNEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN.

Las botellas de plástico, se utilizan para envasar diversos productos y comercializarlos en grandes cantidades, en la mayoría de los casos, estos recipientes son de un solo uso, y tardan hasta mil años en desaparecer, por lo que el volumen que circula por el mundo es insostenible, pues impactan negativamente en el medioambiente y los ecosistemas, yaqué en caso de llegar al océano, pueden ocasionar grandes daños, especialmente a los animales marinos. Ante esta situación, el Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, se ha propuesto conseguir que en sus instalaciones se evite la adquisición de plásticos de un solo uso; considerando que el consumo de agua embotellada es cotidiano, se propone el desarrollado una máquina dispensadora de líquidos, utilizando circuitos integrados programables y sensores, su funcionamiento consiste en aceptar el pago en efectivo por una cantidad determinada de agua o refresco, y proporcionar el líquido solicitado, dejándole la responsabilidad al usuario de recolectar el producto en un envase proporcionado por el mismo.

Palabras clave: Máquina dispensadora, agua, refresco, botellas de plástico.

## INTRODUCCIÓN.

La industria de las botellas de plástico ha experimentado un crecimiento vertiginoso desde su irrupción en el mercado, hace apenas 40 años, en este tiempo se han

---

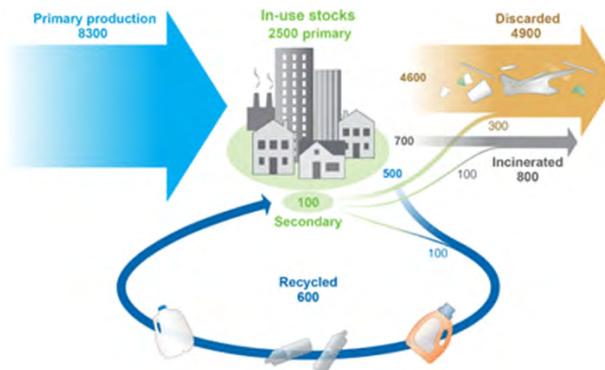
<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
francisco02ramos@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
lobombo8@outlook.com.

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio  
graci\_2711@hotmail.com

envasado cantidades exorbitantes de productos en estos recipientes, los cuales en su mayoría son de un solo uso, por lo que su tiempo de utilidad es relativamente muy corto; actualmente la producción anual asciende a 500 mil millones de unidades (Greenpeace, 2019). En general, el rápido crecimiento de la producción de plásticos ha posicionado este material como uno de los más utilizados en el mundo; se estima que desde principios de 1950 hasta 2015 se han producido aproximadamente 8,300 millones de toneladas métricas (Mt), de ellas 6300 ya se habrían convertido en desechos, de los cuales alrededor del 9% (600 Tm) habían sido recicladas, el 12% (800 Tm) fueron incineradas y el 79% (4900 Tm) se acumuló en vertederos o en el medio ambiente natural (Geyer, Jambeck y Lavender, 2017). La figura 1 muestra la distribución del flujo histórico de plásticos fabricados.

Figura 1. Producción mundial, y destino de los plásticos de 1950 a 2015; en millones de toneladas métricas.



Esto pone de manifiesto que no hay un reciclaje significativo, lo que indica que al final de su vida útil se incineran o se desechan junto con todos los demás desechos sólidos municipales en los vertederos en el mejor de los casos, la peor situación es abandonarlos a la intemperie. Cabe la pregunta sobre la contaminación que genera la producción y destino de una botella de plástico, en ese sentido se sabe que para fabricar una pieza se necesita principalmente petróleo en una proporción de un cuarto de su volumen (Muy interesante, 2019), esto sugiere que desde su proceso de producción tiene un impacto negativo en el medio ambiente pues es un derivado de un combustible fósil; en cuanto a su disposición final se refiere, Quishpe y Ortiz (2018) sostienen que si bien en la Norma ISSO 4001 se estipula que las empresas deben implementar acciones para reducir los impactos en el ambiente que generen

sus procesos, estas no lo hacen pues no es obligatorio, sin embargo su omisión las pone en riesgo de incumplir con la legislación en materia ambiental. Geyer et al., exponen que ninguno de los plásticos de uso común es biodegradable, si bien la luz solar debilita los materiales, esto causa su fragmentación en partículas, las cuales alcanzan milímetros o micrómetros de tamaño, estos microplásticos junto con plásticos de mayor tamaño se han vertido tanto en los ecosistemas terrestres, como marinos; tan solo en el año 2010, se calcula el ingreso a los mares de 4 a 12 millones de toneladas métricas (Mt), generando fenómenos como la ingesta de ellos por parte de muchas especies, provocando numerosos daños como la muerte de peces, o cambios en su constitución física, impactando inclusive en la dieta del hombre pues se han llegado a encontrar microplásticos en carne de pescado destinada al consumo humano, cuyas consecuencias en la salud aún se desconocen plenamente, aunque por la toxicidad de estos materiales se sugiere tomar precauciones (Noticias ONU, 2019).

Revertir la contaminación que generan los desechos plásticos requiere de acciones conjuntas y coordinadas a nivel global, que involucren a los diferentes sectores económicos, políticos y sociales; en este sentido, existen diversas propuestas como el cambio del modelo económico actual que es lineal (Materias primas, producción, comercio, consumo, desecho) por un nuevo modelo circular que reutilice los desechos, es decir que la mayor parte de los desechos se reciclen para incorporarlos a la cadena productiva como materias primas secundarias, reduciendo la incorporación de materias primas vírgenes y la generación de desechos, siendo el plástico un residuo a tomar en cuenta de manera prioritaria (Fundación Ellen Macarthur, 2019). Otras iniciativas incluyen el uso de empaques más amigables con el ambiente, prohibición del uso de plásticos de un solo uso, entre otras; es en este contexto que se inscribe la presente iniciativa que tiene como objetivo, promover una forma diferente de adquirir agua o refresco por parte del consumidor final dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio (ITSAO), a través de la instalación de un dispensador autónomo en la cafetería y sustituir el exhibidor tradicional de esos productos.

**ANTECEDENTES.**

Se tienen registros de la venta de productos a través de máquinas automáticas (también llamadas máquinas vending) en el antiguo Egipto, para dispensar agua bendita hacia el año 215 A.C., sin embargo, fue con la incorporación de la electrónica a sus mecanismos internos durante la segunda mitad del siglo pasado, que ha catapultado su desarrollo; el vending ahora es la industria con mayor crecimiento a nivel mundial con una derrama económica anual de 25 billones de dólares, ofertando una gama amplia de productos como lápices, cigarrillos, comida rápida, bebidas, entre otros (MarketingVending, 2019).

Su atractivo radica en el producto está disponible las 24 horas del día, los 365 días del año. Existen propuestas de máquinas vending diseñadas para proveer líquidos, como la presentada en la invención WO 2004/081891 A1, la cual se refiere a una máquina expendedora de dosis acuosa para enjuague bucal, cuyo funcionamiento consiste en recibir el pago a través de monedas y proveer el líquido cuando el usuario accione una palanca que realiza la función de interruptor del fluido (Barroso, 2004). Por otro lado, la empresa Agua Inmaculada presenta una máquina con una capacidad de llenado de 19 litros, 9.5 litros y 1 litro, incluye un sistema de purificación que le permite cumplir todas las normas oficiales mexicanas e internacionales de agua purificada, además, utiliza un validador de monedas con protección antibandalismo fabricado con la norma ISO 9001 que permite introducir monedas de \$.50, \$1, \$2, \$5 y \$10 pesos, un botón anti atasco de monedas, y un dispositivo de entrega de cambio automático en monedas de denominación de \$1.00. (Agua inmaculada, 2019). Existe una cantidad considerable de máquinas automáticas para vender bebidas frías, sin embargo, todas envasadas, como la ofertada por Grupo Bis, su innovación se inclina más por la forma de cobro que puede ser en efectivo, con tarjeta y a través de un teléfono inteligente, sus equipos incorporan el detector de monedas MEI Cash Flow 7000 y el billetero CXB2, los cuales son de los monederos más eficientes de esta industria. Otra opción es la máquina vending de Puritronic, la cual la catalogan como equipo de gran precisión y altamente resistentes al vandalismo, cuenta con todo lo necesario para un funcionamiento continuo y sin interrupciones en su interior; exteriormente presenta

un compartimento para garrafón y galón en acero inoxidable, una botonera para solicitar el llenado de recipientes de 19 y 3.785 litros, incluye botón de paro de emergencia y devolución (Puritronic, 2019).

De acuerdo a la revisión documental realizada, en el mercado no se encuentra una máquina expendedora que integre la venta de agua y refresco a granel en un solo equipo, por lo que se identifica un área de oportunidad para iniciar un desarrollo propio partiendo de la idea de proponer una solución a la problemática identificada en el ITSAO; en este orden de ideas, el alcance de la presente investigación en una primera etapa es, construir un prototipo para demostrar la funcionalidad de una máquina dispensadora de agua y refresco a granel en cantidades que usualmente presentan un mayor consumo, utilizando para ello, diferentes materiales metálicos, dispositivos electrónicos, hardware y software libre en el entorno de desarrollo Arduino.

## **METODOLOGÍA.**

Localización del estudio.

El presente estudio se desarrolló en el laboratorio de Ingeniería Electrónica, del Instituto Tecnológico de Acatlán de Osorio, Puebla; ubicado en Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km.5.5, Acatlán de Osorio Puebla.

Siguiendo la metodología en V sugerida por Pérez, Berreteaga, Ruiz de Olano, Urkidi, y Pérez (2006), se definieron las especificaciones que debe cumplir el sistema, posteriormente se realizó el diseño global, a partir del cual se abordó el diseño en detalle, seguido de la implementación para materializarlos y poder realizar la integración de todas las partes, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos, en la última fase se observó el desempeño de la máquina para identificar las áreas de oportunidad que pueden ser susceptibles de mejoras.

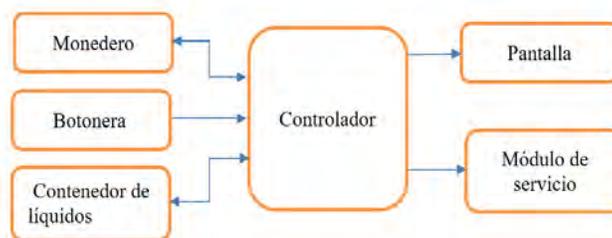
Siguiendo la metodología propuesta, las especificaciones mínimas que debe satisfacer el sistema son:

1. Aceptar monedas de 1, 2, 5 y 10 pesos.
2. Proveer agua a granel en proporciones de 250 ml, 500ml y 1l.
3. Proveer refresco a granel en proporciones de 330 ml, 600ml y 1l.

4. Indicar a través de un display la ejecución del menú.

Para cumplir con los requerimientos mínimos, la maquina debe tener un monedero electrónico que acepte monedas de esas denominaciones, una botonera a través de la cual el usuario solicite la cantidad de producto que desee, una pantalla para proveer información de la ejecución del proceso, un compartimiento o módulo de servicio donde surtirá el producto y un controlador electrónico para gobernar la interacción de todas las partes, considerando estos elementos se sugiere el diagrama a bloques mostrado en la figura 2 como un diseño global del sistema.

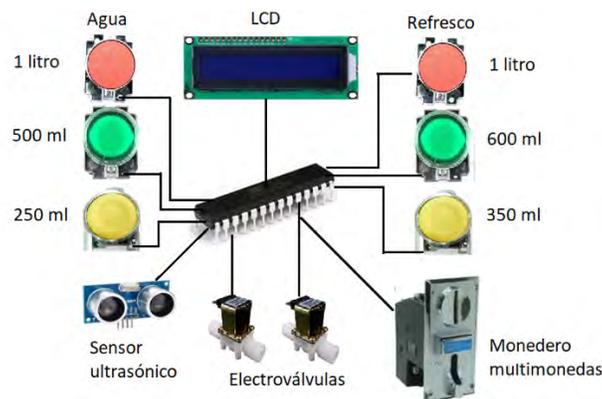
Figura 2. Diseño global de la máquina.



Para iniciar el diseño en detalle de cada bloque se define el tipo de monedero que se utilizará, los hay de diferentes prestaciones, entre más completos su precio es más elevado, se eligió el monedero multimoneda de 6 canales CH-296, el cual tiene una capacidad de aceptar hasta seis monedas diferentes; los botones utilizados fueron interruptores de presión normalmente abiertos; en cuanto al contenedor de líquidos, es necesario monitorear la cantidad de producto que contiene para evitar un posible desabasto del mismo, para ello se utilizó el sensor ultrasonido HC-SR04 en configuración de sensor de aproximación, es decir, medirá la distancia entre el dispositivo y el líquido, dicha información será recabada por el controlador que a su vez calculará el volumen existente en base a las dimensiones del recipiente que lo contiene, posteriormente enviará este resultado a la pantalla para que el usuario conozca el estatus de la máquina; para desarrollar el controlador se utilizó el microcontrolador ATMEGA328 programado en el entorno de desarrollo Arduino, se eligió esta plataforma porque provee hardware y software libre, es de bajo costo, y es compatible con los actuadores y sensores utilizados en el proyecto, además presenta la flexibilidad necesaria para hacerle modificaciones o agregar otras funciones en trabajos futuros; para la visualización del proceso se utilizó una

pantalla de cristal líquido (LCD) de 16x 2, esto quiere decir, que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una; y finalmente el módulo de servicio está constituido por dos conductos de salida de los líquidos, uno para el agua y el otro para el refresco, el flujo será manipulado a través de la apertura y cierre de dos electroválvulas de 0.5 pulgadas normalmente cerradas, de esta manera dejarán pasar el líquido cuando se le solicite con un tiempo de respuesta para abrir de 150 ms, e interrumpirá el suministro cuando se le indique con un tiempo de respuesta para cerrar de 300 ms aproximadamente, estos tiempos son admisibles para los fines propuestos ya que los retardos no son significativos en el funcionamiento de la máquina. La forma en que diseñó la distribución de los botones para que el usuario interactúe con la maquina se muestra en la figura 3, en la parte izquierda se tienen los botones para solicitar agua en tres cantidades diferentes y en la parte derecha los correspondientes para solicitar refresco, en tres cantidades diferentes también.

Figura 3. Diagrama pictórico del sistema.



Se desarrolló la programación del microcontrolador considerando como entradas las señales provenientes de los botones, del sensor ultrasonido y del monedero electrónico, con estos datos realiza el procesamiento correspondiente y genera las señales de salida para desplegar en la LCD las siguientes frases de acuerdo a la situación presentada:

1. En uso, bienvenido.
2. Crédito: (muestra la cantidad depositada en número)
3. Elegiste: (muestra el producto elegido y la cantidad solicitada)
4. Producto servido.
5. Sin agua.

6. Sin refresco.
7. En desuso.

Otra salida generada por el microcontrolador es la apertura y cierre de las electroválvulas de acuerdo al tiempo necesario para suministrar la cantidad suministrada por el usuario.

### RESULTADOS.

Se obtuvo un prototipo de la máquina dispensadora, el panel frontal se muestra en la figura 4, contiene los botones para solicitar el líquido requerido, un monedero para introducir monedas de 0.5, 1, 2, 5 y 10 pesos, la LCD, y un compartimiento donde se recibe el producto.

Figura. Panel frontal de la máquina dispensadora de líquidos.



El funcionamiento logrado consistió en: La pantalla despliega un mensaje de bienvenida, el usuario introduce monedas de diferentes denominaciones, la cantidad depositada se va mostrando en la pantalla, posteriormente se oprime el botón correspondiente para elegir la cantidad de producto requerida, en lo inmediato se surte el agua o refresco solicitados. Las cantidades con las que se probó el funcionamiento fueron de 10 pesos, 5 pesos, y 2.5 pesos para adquirir agua en cantidades de 1 litro, 0.5 litros y 250 mililitros respectivamente. Por su parte para adquirir refresco se probó con 1 l, 600 ml, y 355ml con un costo de 19 pesos, 14 pesos y 10 pesos respectivamente; en general se observó un buen desempeño.

**CONCLUSIONES.**

1. Se ha diseñado y construido el prototipo de una máquina automática dispensadora de agua y refresco a granel en tres cantidades diferentes para cada tipo de bebida, para ello, se utilizó la plataforma de desarrollo Arduino, con la cual, se programó el funcionamiento del controlador que gobierna la interacción de todas sus partes.
2. El funcionamiento mostrado por el prototipo, permite demostrar que es posible desarrollar una máquina dispensadora automática para ofertar agua y refresco en los puntos de venta al interior del ITSAO, para cambiar la forma de adquirir estos productos, y contribuir a la disminución de los desechos provenientes del plástico de un solo uso.
3. Las limitaciones financieras limitaron la adquisición de más y mejores dispositivos para desarrollar una máquina con mejores prestaciones y desempeño, sin embargo, se han sentado las bases para futuras investigaciones que fortalezcan esta iniciativa.

**TRABAJOS FUTUROS.**

Se prevé continuar con el desarrollo de la máquina para mejorar su desempeño y hacer el concepto más atractivo al consumidor, incrementando la variedad de bebidas, procurando mantenerlas a una temperatura apropiada, cumplir con las normas de inocuidad alimentaria, de seguridad y las que apliquen, mejorar el sistema de cobro agregando un billetero, una terminal para el cobro por tarjeta de crédito o débito, así como proporcionar cambio cuando así se requiera, además de procurar la seguridad contra monedas y billetes falsos, entre otras.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Agua inmaculada (2019) Máquinas Vending, novedoso equipo purificador de agua inmaculada [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2019] Disponible en: <https://www.aguainmaculada.com/maquinas-vending>
- Barroso J. (2004) Máquina expendedora de dosis acuosa para enjuague bucal. Solicitud de patente internacional. [Fecha de consulta: 29 de julio de 2019] Disponible en: <https://patents.google.com/patent/WO2004081891A1/es?q=maquina+vending+de+agua>
- Fundación Ellen Macarthur (2019). Completing the picture how the circular economy tackles climate change [En línea] [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2019] Disponible en: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EMF\\_COMPLETING\\_THE\\_PICTURE\\_V1.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EMF_COMPLETING_THE_PICTURE_V1.pdf)
- Geyer, R., Jambeck, J., Lavender K. (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, 3(7). DOI: 10.1126 / sciadv.1700782 [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>
- GREENPEACE, Datos sobre la producción de plástico, [En línea] [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2019] Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- MarketingVending (2019)¿Qué es vending? [Fecha de consulta: 2 de septiembre de 2019] Disponible en: [https://www.marketingvending.com/que\\_es\\_vending.htm](https://www.marketingvending.com/que_es_vending.htm)
- MUY INTERESANTE, El impacto de los residuos que generamos. [En línea] [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://www.muyinteresante.es/innovacion/fotos/el-impacto-de-los-residuos-que-generamos/latas>
- Noticias ONU.( 31 de julio de 2019). Los microplásticos en el pescado y los mariscos ¿Deberíamos preocuparnos? . [En línea] [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2019] Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/07/1460041>
- Perez, R.,Berreteaga, O., Ruiz de Olano, A., Urkidi, A., Perez, J. (2016) Una metodología para el desarrollo de hardware y software embebidos en sistemas críticos de seguridad. Sistemas, cibernética e informática, 3(2). [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019] Disponible en: [http://www.iiisci.org/journal/cv\\$/risici/pdfs/c863gm.pdf](http://www.iiisci.org/journal/cv$/risici/pdfs/c863gm.pdf)
- Puritronic (2019) Expendedora Vending de Agua Purificada. [Fecha de consulta: 3 de septiembre de 2019] Disponible en: <https://www.puritronic.com.mx/purificadoras-de-agua/>

Quishpe G. J., Ortiz J. (2018) Ética en la producción de botellas plásticas y su contaminación al medio ambiente”. Revista Caribeña de Ciencias Sociales (septiembre 2018). [Fecha de consulta: 29 de agosto de 2019] Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/09/botellas-plasticas-ambiente.html>

# DISEÑO DE UNA MÁQUINA HERRAMIENTA TIPO CNC UTILIZANDO EL SOFTWARE SOLIDWORKS.

DIANA ISABEL DÍAZ DÍAZ<sup>1</sup>, FERNANDO MACHORRO RAMOS<sup>2</sup>, JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO<sup>3</sup>

## RESUMEN.

El artículo titulado “Diseño de una máquina herramienta tipo CNC utilizando el software Solidworks. Se realiza con el propósito de presentar la fabricación de una máquina – herramienta para facilitar el desarrollo de diversas piezas en proyectos de manufactura y acabados. El objetivo primordial es diseñar, programar y ensamblar la estructura de este prototipo, aplicando una metodología de diseño y estableciendo un orden de actividades para posteriormente darle un buen seguimiento, de tal forma que al ser generado el concepto solución este sea capaz de reproducirse. Para elaborar un buen diseño es importante conocer su desarrollo a través de la historia, su funcionamiento y aplicaciones primordiales. El principal propósito es poder llevar a cabo la manufactura de diferentes tipos de piezas con geometría precisa con el Router CNC.

Palabras clave: Router, CNC, manufactura, máquina – herramienta.

## INTRODUCCIÓN.

El presente artículo está enfocado a los estudiantes de educación superior, para que puedan comprender la construcción y el funcionamiento de un Router CNC, creando objetos con una altura, ancho y profundidad.

Una máquina herramienta es un dispositivo que utiliza fuerzas mecánicas para dar forma y tamaño a un producto retirando material excedente, en forma de virutas, con la ayuda de un instrumento de corte. Las máquinas herramienta se utilizan para producir componentes con rapidez. [Bawa, 2007].

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca ca.  
diana.diaz10@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
fmachorro317@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca jrgr\_56@hotmail.com

El Diseño de un Router CNC, se está realizando, con el propósito de la fabricación de máquina – herramienta que ayuden a la construcción de diversas piezas para el desarrollo de la investigación en el aprovechamiento de la energía solar en el proyecto de manufactura y acabados. Un Router CNC nos ayuda de manera significativa porque permite crear diagramas, grabaciones con precisión y exactitud, también este puede trabajar en piezas tanto como madera, plástico, etc.

El principal propósito es Diseñar un prototipo de maquina Router CNC, enfocado para la producción de piezas con un grado de precisión aceptable, que cumpla con las funciones adecuadas y requerida por los practicantes. Implementar una tecnología así, hace a que los procesos de corte se vuelvan ágiles, ergonómicos y confiables, además de que se tendrá la seguridad de que cada pieza será idéntica a las demás.

#### **METODOLOGÍA.**

Máquina herramienta.

Una máquina herramienta es una máquina accionada mecánicamente, capaz de sujetar y sostener la pieza de trabajo y la herramienta, y simultáneamente dirigir y guiar la herramienta de corte o la pieza de trabajo, o ambas, para realizar diversas operaciones de corte de metales para dar diferentes formas y dimensiones. [Bawa, 2007].

SolidWorks.

El software CAD SOLIDWORKS® es una aplicación de automatización de diseño mecánico que les permite a los diseñadores croquizar ideas con rapidez, experimentar con operaciones y cotas, y producir modelos y dibujos detallados. Emplea un procedimiento de diseño en 3D. Al diseñar una pieza, desde el croquis inicial hasta el resultado final, está creando un modelo en 3D. A partir de este modelo, puede crear dibujos en 2D o componentes de relaciones de posición que consten de piezas o subensamblajes para crear ensamblajes en 3D. También puede crear dibujos en 2D a partir de los ensamblajes en 3D. Cuando diseñe un modelo con SOLIDWORKS, puede visualizarlo en tres dimensiones para ver su aspecto una vez fabricado.

## CAD.

Diseño asistido por computador. Se denomina así a la tecnología mediante la cual se pueden crear, manipular y representar productos en dos o tres dimensiones; con los programas CAD se consiguen planos de fabricación y publicitarios de calidad y estética muy superiores a las conseguidas por métodos tradicionales. Existen muchos programas generadores de objetos en dos y tres dimensiones. [Sanz y Blanco, 2002].

CAD uso de computadoras para el dibujo interactivo de ingeniería y almacenamiento de los diseños. Los programas completan la disposición física, las transformaciones geométricas, las proyecciones, los giros, las ampliaciones y las secciones transversales de una parte, así como su relación con otros componentes. [Gaither, 2000] Principio de funcionamiento.

Es un sistema basado en el control de los movimientos de la herramienta de corte con relación a los ejes de coordenadas de la máquina, por medio de un código de Programación que se ejecuta desde una computadora. En la fresadora CNC se controlan tres ejes cartesianos de desplazamientos mediante motores eléctricos.

El Router CNC funciona como una máquina de fresado equipada con motores en cada una de sus ejes que son controladas por una computadora mediante un CNC. Este proceso de desbaste mediante una broca que gira para cortar el material y darle forma a la pieza.

Esta es una máquina de corte o grabado, que trabaja con una herramienta de fresado o broca que puede tallar con precisión y exactitud los materiales en tres o más dimensiones a la vez.

¿Cómo funciona?

El Router CNC sigue las líneas de los vectores. Dado que cada broca tiene un diámetro diferente se debe especificar como desea que la máquina interprete sus vectores. Hay 4 opciones:

Corte interior: el borde de la broca tocará el borde de un vector cerrado desde el interior. Corte exterior: el borde de la broca tocará el borde de un vector cerrado desde el exterior. Corte sobre el vector: el centro de la broca sigue el vector.

Corte de relleno: la broca desbastará por completo al interior de una forma cerrada.

*Ilustración 1. Tipos de corte del Router.*



El router CNC se puede fresar modelos de tres dimensiones. Para que esto suceda, el archivo de 3D se debe ejecutar a través del software que le convierte en conjunto de instrucciones para el corte. Esto lo hace mediante el análisis de la topología del modelo y la proyección de una rejilla sobre el mismo. Al cortar, la broca sigue estas líneas de la cuadrícula (la distancia entre la línea de dimensión se puede controlar, pero se basa principalmente en el ancho de la punta de la misma broca).

Un diagrama de base para el análisis de un modelo 3D a lo largo de un eje: es importante tener en cuenta que la broca solo es capaz de moverse arriba y abajo y de izquierda a derecha, no gira. Esto significa que no es posible socavar.

Diseño del Router CNC.

El diseño del router CNC está compuesto básicamente por 11 componentes los cuales se pueden dividir en 3 sistemas principales que deben trabajar en conjunto, esto para asegurar su funcionamiento:

1. Sistema mecánico y estructura del router.

- Mesa de trabajo.
- Movimientos del router.
- Sistema de accionamiento.
- Ejes de desplazamiento.
- Fijación del material.
- Fijación de la herramienta manual.

2. Sistemas de automatización y control.

- Controladores.
- Programación de control numérico.

3. Máquina de corte.

- Router manual.
- Herramienta de corte.
- Parámetro de corte.

¿Cómo es controlado?

El enrutador CNC es controlado por una computadora. Las coordenadas se cargan en el controlador de la máquina desde un programa CAD independiente. Los propietarios de enrutadores CNC a menudo tienen dos aplicaciones de software: un programa para hacer diseños (CAD) y otro para traducir esos diseños en un programa de instrucciones 'G-Code' para la máquina (CAM). Al igual que con las máquinas de fresado CNC, fresadoras CNC pueden ser controlados directamente por la programación manual, y CAD / CAM abre posibilidades más amplias para el contorno, acelerando el proceso de programación y, en algunos casos creando programas cuyo manual de programación sería, si no es realmente imposible, sin duda comercialmente poco práctico.

Tipos de materiales que trabaja el Router CNC.

Madera.

Un enrutador de madera CNC es una herramienta de enrutador controlada por computadora que talla / graba objetos o imágenes en la cara de una pieza de madera. El CNC Router es ideal para pasatiempos, ingeniería de prototipos, desarrollo de productos, arte y trabajos de producción. El CNC trabaja en el sistema de coordenadas cartesiano (X, Y, Z) para el control de movimiento 3D; Sin embargo, los sistemas típicos operados por CNC solo pueden hacer tallas en planos. La máquina se sienta en una pista y no es capaz de realizar cortes redondos o esféricos. Las partes de un proyecto pueden diseñarse en la computadora con un programa CAD / CAM, y luego cortarlas automáticamente usando un enrutador u otros cortadores para producir una pieza terminada. En algunos casos, la tabla no incluirá un enrutador incluido, esto le da al usuario cierta libertad. Esto permitirá al usuario cambiar los enrutadores para diferentes aplicaciones.

Metal.

El fresado es el proceso de mecanizado del uso de cortadores rotativos para eliminar el material de una pieza de trabajo que avanza (o se alimenta) en una

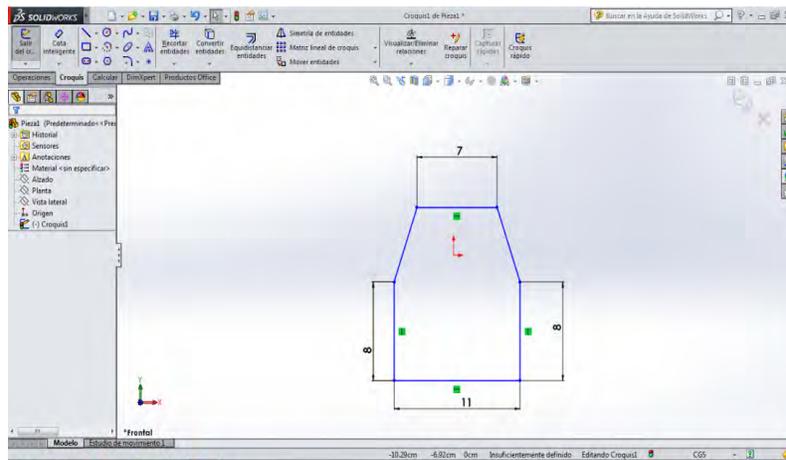
dirección en ángulo con el eje de la herramienta. Cubre una amplia variedad de diferentes operaciones y máquinas, en escalas que van desde piezas individuales pequeñas hasta operaciones de fresado en grupo de gran tamaño y trabajo pesado. Es uno de los procesos más comúnmente utilizados en la industria y en los talleres de maquinaria actuales para el mecanizado de piezas con tamaños y formas precisas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Pasos para diseño del Router CNC.

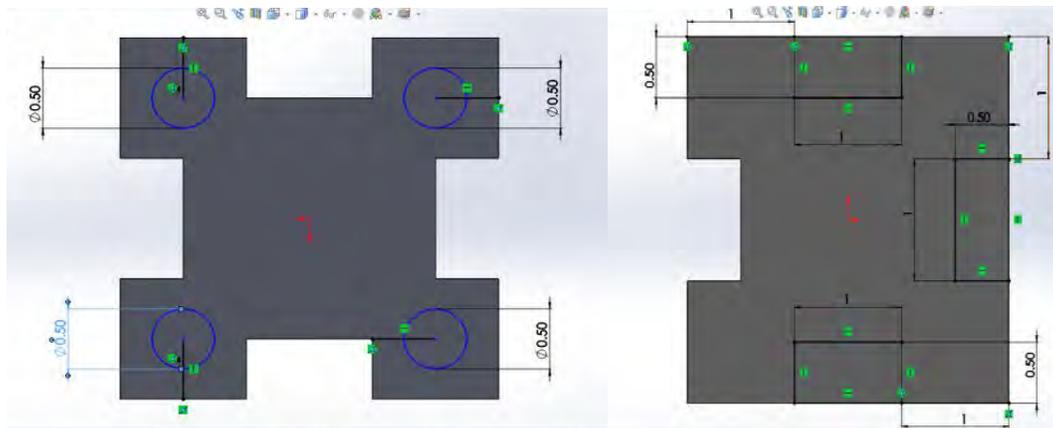
Paso 1. Crear la base del Router CNC.

*Ilustración 2. Diseño de la base elaborado en SolidWorks.*



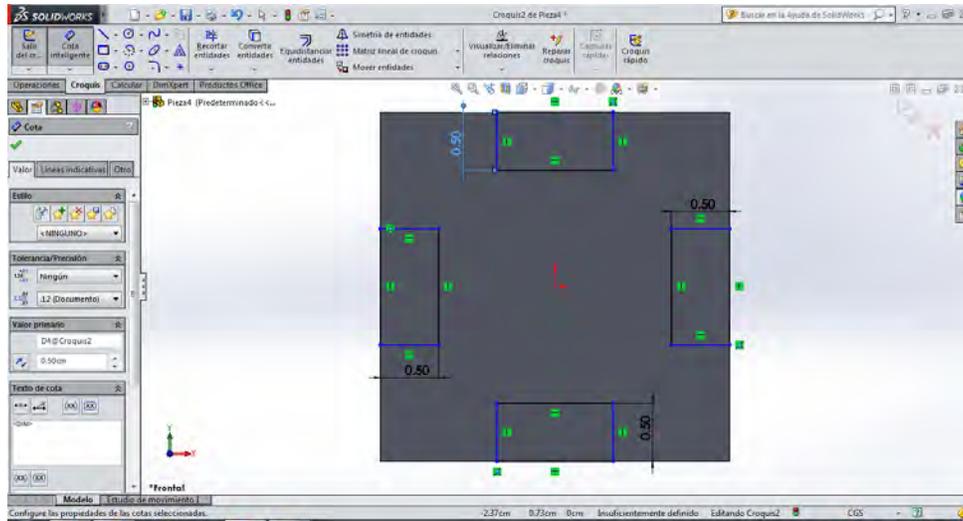
Paso 2: Dar las medidas correspondientes.

*Ilustración 3. En el software SolidWorks, se le dan las medidas correspondientes según el diseño.*



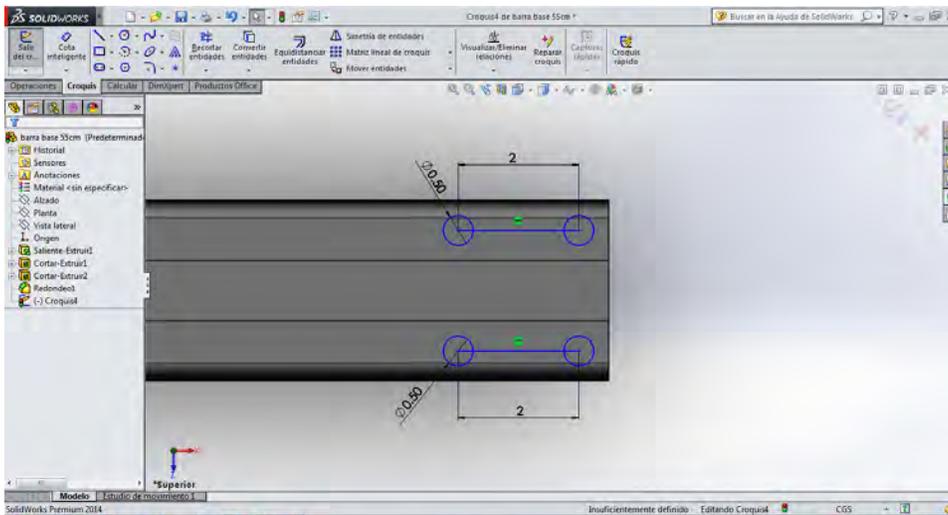
Paso 3: Realizar cortes en bordes y centros de nuestra base.

Ilustración 4. Se realizan cortes en los bordes y centros de la base, según el diseño



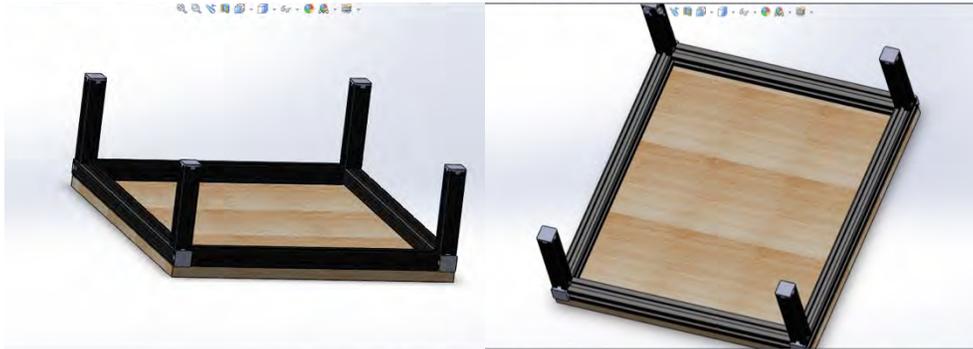
Paso 4: Diseñar los rieles con las medidas requeridas.

Ilustración 5. Diseño del riel con medidas específicas.



Paso 5: Verificar las medidas de las base del Router.

Ilustración 6. Se comprobaron las medidas de la base del router



Paso 6: Ensamblar la base con los rieles y motores del Router.

Ilustración 7. Se hace un acoplamiento de los diseños anteriores.



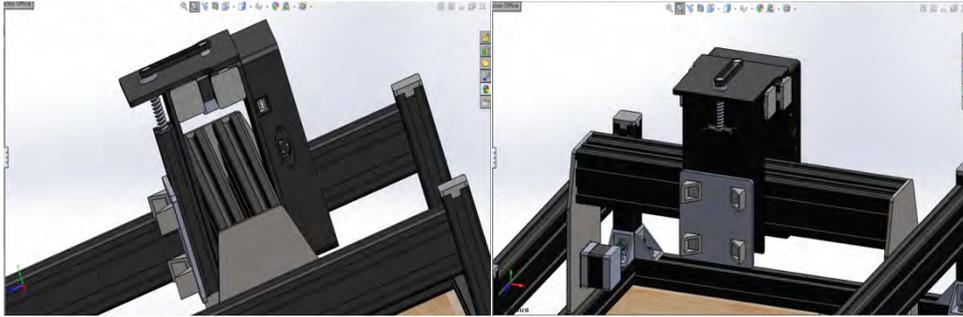
Paso 7: Agregar la herramienta de sujeción (tornillos).

Ilustración 8. Se implementan los tornillos para unir y se tenga un soporte.



Paso 8: Agregar la base donde va incorporado el moto-tool.

*Ilustración 9. Se añade la base donde se colocará el Moto-tool.*



Por último el diseño completo del Router CNC.

*Ilustración 10. Vistas laterales del diseño final del Router.*



*Ilustración 11. Del lado izquierdo se muestra la vista superior y del lado derecho la vista frontal del diseño final del Router.*



**TRABAJO A FUTURO.**

Una vez realizado el diseño del Router CNC e implementado de manera física, se observará su funcionamiento para detectar situaciones o detalles dentro de la máquina herramienta para posteriormente realizar mejoras en el diseño y trabaje mejor, esto con el fin de que ejecute sus actividades con una excelente calidad y sea para utilizarlo en el sector estudiantil para la realización de prácticas y proyectos.

**CONCLUSIONES.**

El Router CNC tiene gran importancia ya que tiene muchas funciones tanto en el sector industrial hasta en el educativo, debido a que se utiliza mayormente para hacer circuitos de diagramas en tablas o realizar un trabajo facilitándolo de manera precisa y rápida, en las empresas son utilizados para desgastes o crear diseños para hacer prototipos de la fabricación de sus piezas.

El diseño presentado en el artículo se realiza con el fin de que en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca pueda contar con esta máquina y sea de gran ayuda a los estudiantes en la elaboración de sus tareas y proyectos al igual tengan una herramienta que les ayude a mejorar su formación profesional debido a las prácticas que pueden realizar en ellas simulando procesos como los que se trabajan en las industrias.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Bawa, H. (2007). Procesos de Manufactura. México, México: McGraw-Hill Interamericana.

Sanz, F. y Blanco, J. (2002). CAD-CAM. Gráficos, animación y simulación por computador. Madrid, España: Thomson Editores Paraninfo, S.A.

Gaither, N. (2000). Administración de producción y operaciones. México, México: Thomson Editores, S.A. de C.V.

[https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS\\_Introduction\\_ES.pdf](https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_ES.pdf)

# SIMULACION DE EFICIENCIA EN PROCESO DE PRODUCCION POR MEDIO DE LEAN SIX SIGMA EN LA FABRICACIÓN DE TAPA PARA VASO DE PLASTICO

ANASTACIO PIÑA PEREZ<sup>1</sup>, ISRAEL BECERRIL ROSALES<sup>2</sup>, SERGIO VAZQUEZ ARANA<sup>3</sup>

## RESUMEN

El presente artículo trata sobre la propuesta de simulación de mejora de la eficiencia en la línea de producción de tapa de plástico, empleando la metodología DMAIC-Seis Sigma. El trabajo se realizó con el fin de solucionar el problema que presentaba la línea de producción, la cual no estaba operando a su máxima capacidad por deficiencias en la línea. Durante el diagnóstico de la situación se pudo determinar que en la línea de producción se tenían tiempos efectivos de producción muy bajos, exceso de paros en la línea, las etapas de cada subproceso no alcanzan en ningún momento su capacidad máxima de producción, defectos recurrentes en calidad, procesos repetitivos y desgastantes por parte del personal y no existe capacidad para dar abasto con los picos en temporadas de alta de demanda, entre otros. Se proponen algunas soluciones como: medir y monitorear la eficiencia de cada máquina en la línea con un indicador como simulador de software arena, controlar las paradas no obligatorias de manera que el proceso sea más fluido y expedito, automatizar algunos subprocesos en la línea de manera que los operadores no tengan que realizar trabajos que una máquina puede hacer con facilidad y a menor costo. En síntesis, con la mejora conseguida por medio de la metodología DMAIC Seis Sigma en la línea de producción de tapa de plástico se logra pasar de un porcentaje de eficiencia de 63% a un de 80% al final de las mejoras implementadas (entrenamiento al personal de línea y de mantenimiento), así como la creación del plan de mantenimiento), lo que ofrece una solución integral al problema presentado y permite cubrir la demanda en el período de mayor venta; además de permitir la

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán anstioipina@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

reducción de tiempos muertos en el proceso y una mayor utilización de los recursos instalados y del recurso humano involucrado, de manera tal que se optimiza a su máximo rendimiento la capacidad de la línea productiva, generándole mayores ingresos anuales a la empresa.

Palabras clave Mejora de eficiencia, metodología DMAIC, Software de simulación Arena

## **INTRODUCCIÓN**

Durante los años 1950 y 1960, después de la Segunda Guerra Mundial, las compañías manufactureras enfocaron sus esfuerzos en mejorar la calidad de sus productos para adquirir mayores ventajas con respecto a la competencia; en 1989 Motorola anunció que en un plazo de cinco años obtendría una tasa de defecto de no más de 3,4 PPM<sup>5</sup>, es decir, una desviación estándar de  $6\sigma$  con respecto a su media de datos, por medio de la cual pretendían mejorar la calidad de sus procesos, eliminando las causas de los problemas, utilizando métodos estadísticos. Por otro lado, el sector de la educación no ha sido ajeno a su implementación. Un claro ejemplo lo constituye la Universidad Mercer en Atlanta, Estados Unidos, donde se propuso la implementación de la metodología para integrar tres enfoques diferentes: el sistema métrico, la comunicación constante y el cambio en la cultura. De la misma manera, se realizó un estudio sobre el marco de implementación de Six Sigma en la gestión de la educación. El auge de la certificación en Six Sigma ha aumentado desde el año 2003; diferentes empresas han obtenido su certificación y continúan trabajando bajo esta metodología de calidad. En el sector de servicios también ha sido posible implementarla, algunos casos como la Fuerza Aérea, la Cámara de Comercio. Six Sigma es una metodología para la gestión de la calidad que ofrece a las empresas las herramientas necesarias para mejorar la capacidad de sus procesos y estandarizarlos. Sus principales objetivos son el aumento en el rendimiento y la reducción de la variabilidad del producto y del proceso, los cuales tienen como resultado la reducción de desperdicios y una mejora en la calidad del producto y en la moral de los empleados. Adicionalmente, examina los procesos repetitivos de las empresas y corrige los problemas incluso antes de que éstos se

presenten, para mantener siempre el mayor nivel de calidad posible. Para el área de servicios, pretende comprender este contexto de acuerdo con las necesidades del cliente, midiendo los procesos para poder tomar decisiones basadas en hechos concretos. El nivel sigma significa la variación de un proceso o un método con respecto a la media de tendencia central en la distribución normal en su curva conocida como la campana Gaussiana. La función de la distribución normal es una curva simétrica con respecto a la media de datos. La variación sigma equivale a la desviación estándar de esos datos con respecto a la media estadística. El valor sigma o desviación estándar se estima a partir de una muestra mínima de 30 datos. Seis sigma es el rango en donde el 99.99966% de los productos o servicios están libres de defectos. Como afirman los autores Barba, Boix y Cuatrecasas, al reducir el número de defectos del producto o servicio, logrando un mayor nivel de sigmas, se reducirán al mínimo los costos asociados a los problemas de calidad que presente la empresa. La variabilidad matemática y la productividad son inversamente proporcionales, por esta razón la metodología Six Sigma busca la corrección de las fallas para tener menos defectos por millón de productos. Six Sigma afirma que sólo deben existir seis desviaciones estándar entre el valor promedio de los datos y el valor exigido, permitiendo una variación de sólo 3.4 defectos por millón. Con el fin de analizar la información y dar solución a los problemas, Six Sigma se apoya en la metodología DMAIC, la cual a su vez se desarrolla por medio de diferentes técnicas de mejoramiento continuo. Es así entonces como la metodología DMAIC toma un problema específico con una causa desconocida y propone soluciones de mejora definitivas; así mismo, identifica oportunidades que sean útiles para mejorar la calidad de los procesos, realizando un seguimiento y control a las mejoras y soluciones propuestas, como se explica a continuación: Definir las oportunidades: consiste en establecer la causa de un problema. Medir el desempeño: evalúa la satisfacción de las necesidades críticas del cliente con el fin de aplicar una metodología; Analizar las oportunidades: por medio del uso de procesos estadísticos, identifica un problema específico y valida sus causas raíces estableciendo prioridades entre éstas. Se evalúan las hipótesis estableciendo relaciones de causa efecto. Mejorar el rendimiento: identifica, evalúa

y selecciona las soluciones de mejora. Esta es una de las fases más importantes pues su objetivo es reducir las variaciones del proceso al máximo. Controlar el rendimiento: evalúa y monitorea los resultados de las soluciones aplicadas. Esta etapa tiene como finalidad garantizar el rendimiento del sistema durante el tiempo. El problema de baja eficiencia en la línea de producción de la empresa se tiene por que aún no se han balanceado algunas actividades, no se ha establecido el trabajo estándar, el tiempo estándar y el tiempo de ejecución, lo que ocasiona que la línea pueda estar trabajando con un número inadecuado de operadores, que no se trabaje a un ritmo constante, que se trabaje de una forma incorrecta y no poder satisfacer productividad esperada y la demanda de los clientes. La investigación e implementación de la tecnología del sistema de empaque, debe proyectarse al escalamiento industrial. En el proceso actual se genera gran cantidad de mermas por que el proceso es mas rapido que las habilidades del personal, adicional considerando los factores de tiempo de fatiga conforme paso de la jornada laboral. Todo lo anterior afecta la productividad, dado el tiempo de ocio que se genera y por la merma generado por desconocer el orden correcto de operación. El objetivo del proyecto es presentar una propuesta de implementación de la metodología Six Sigma en el proceso de producción del área de termo formado por medio de simulación. El proceso de fabricación de contenedores de plástico requiere de estudios técnico-matemático, para proyectar la mejora de condiciones de procesamiento a nivel piloto y su evaluación bajo diferentes condiciones laborales para mejor detección de las variables. Finalmente se presentará el plan de aplicación, previa autorización de la dirección planta.

## **METODOLOGÍA**

Con el fin de analizar la información y dar solución a los problemas, Six Sigma se apoya en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), la cual a su vez se desarrolla por medio de diferentes técnicas de mejoramiento continuo. Realizar selección del producto:

- Se realizará un análisis en la clasificación de los productos acorde a sus características para seleccionar el producto que tiene mayores problemas de baja eficiencia

- Se realizará por medio de una matriz de familia de productos, donde se agrupan en base a sus cualidades.

1. Realizar un estudio de tiempos

Por medio de técnica de muestreo para analizar las actividades que agregan valor al producto, con esto conocer cuál es el tiempo requerido para cada etapa del trabajo y poder realizar la cartografía de la cadena de valor actual.

2. Realizar una cartografía de la cadena de valor, del estado de proceso actual que nos ayudará a ver y comprender el flujo de material e información de pedido a pedido (desde el cliente hasta el proveedor). En esta etapa se analizan los siguientes factores:

- Conocer los tiempos de ejecución en cada etapa del proceso
- Determinar etapas que representan el cuello de botella y que afectan un correcto flujo del proceso
- Medir el porcentaje desperdicio y demás variables que afectan al proceso.
- Formar la base de un plan de ejecución. Al ayudar a diseñar como debería funcionar el flujo completo de puerta a puerta, los mapas de cadena de valor se convierten en planos para la implementación del método lean six sigma.
- Mostrar el enlace entre el flujo de información y el de material.

3. Desarrollar un mapa de cadena de valor VSM:

- La finalidad del mapa de cadena de valor es poner de relieve las fuentes de desperdicio y eliminarlas poniendo en marcha en un plazo breve una cadena de valor basada en el mapa del estado futuro

- El objetivo es representar el comportamiento del proceso, con las mejoras, en base a la metodología Six Sigma, para conocer el grado de mejora en la eficiencia del proceso.

4. Analizar datos como tiempos ciclo, tiempo entre cada actividad, etc. Para conocer donde estamos antes de aplicar alguna estrategia. Esto nos ayudará a observar las fuentes de variación, desperdicio y conocer datos como:

- Estándar de producción: Saber si la maquina trabaja con los valores estándares establecidos ó no.
- Takt time: ritmo al cual el cliente requiere que se terminen sus productos.
- Carga de trabajo: saber si la carga de trabajo es equitativa en avance de maquina a los tiempos de empaque del personal.
- Identificar cuellos de botella: conocer que etapa del proceso, ya sea por motivos de maquina o por motivos del personal se está disminuyendo la velocidad e interrumpe un correcto ritmo de producción.

#### 5. Rediseñar método de trabajo.

- Una vez conocidos los parámetros, se buscará la mejora de las actividades que se realizan en el área de trabajo, aplicando una estrategia o filosofía de producción, empezaremos por ordenar y limpiar se utiliza la estrategia 5's.
- Para eliminación de desperdicios se utiliza lean six sigma.
- Se determinará la estrategia a utilizar una vez analizadas todas las variables involucradas en el proceso, con la finalidad de evitar desviar el objetivo del proyecto "simulación de mejora de eficiencia del producto".

#### 6. Medir resultados.

- Se realizará un análisis por simulación del proyecto con ayuda del software Arena para mostrar los resultados.
- Representar con el sistema integral que aborda todas las fases de un proyecto de simulación, desde el análisis de datos de entrada hasta el análisis de los datos de salida de simulación.
- Su enfoque de aplicación aborda las necesidades de fabricación, así como el soporte de decisiones para muchas otras áreas que conforman el proceso.

### **METODO EXPERIMENTAL**

Se lleva a acabo desarrollo de metodología, DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), en las etapas del proceso de producción, para analizar la información, desglosar problemas, para determinar áreas de oportunidad y poder mejorarlo.

1.-Realizar selección del producto:

La selección de productos con baja eficiencia, fue obtenida en la base de datos de eficiencias del área de producción, que es actualizado de forma diaria y es compartida de forma diaria a las diversas áreas involucradas de seguimiento productivo.

Donde se consideran las siguientes claves:

Familia bisagras, vasos, tapas.

Considerando de los tres el más bajo de eficiencia; la familia de tapas.

Se consideró la siguiente matriz de productos de baja eficiencia y se mencionan las etapas del proceso que les aplica.

		ETAPAS DEL PROCESO					
		TERMOFORMADO	TROQUELADO	CORTE	CONTEO	PRUEBAS	EMPACAR
PRODUCTOS	BISAGRA 41	X		X	X	X	X
	BISAGRA 43	X		X	X	X	X
	BISAGRA 71	X		X	X	X	X
	BISAGRA 21	X		X	X	X	X
	BISAGRA 34	X		X	X	X	X
	T APA 8	X		X	X	X	X
	T APA 110	X		X	X	X	X
	T APA 2	X	X	X	X	X	X
	T APA 1	X		X	X	X	X
	VASO 8	X		X	X	X	X
	VASO 16	X		X	X	X	X
	VASO 24	X		X	X	X	X
	VASO 32	X		X	X	X	X
	VASO 16	X		X	X	X	X
	VASO 12	X		X	X	X	X

## 2.-Realizar un estudio de tiempos

Se realiza estudio de tiempos como técnica de medición, *para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.*

Se realiza toma de 50 datos como muestra para cada una de las actividades que componen el proceso. Y la toma de datos se llevó a cabo en tres corridas productivas para tener una mejor referencia de repetitividad numérica informativa del comportamiento de cada etapa del proceso.

ESTUDIO DE TIEMPOS (SEGUNDOS) EN LAS ETAPAS DE TAPA PARA VASO								
NO. DE DATOS	FALTA SURTIMIENTO KANBAN	MONTAJE DE BOBINA	TERMOFORMADO	CONTEO	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA
1	450	600	25	12	10	8	40	4
2	615	580	25	12	11	9	40	4
3	45	660	25	11	10	9	45	5
4	53	590	26	14	10	8	45	4
5	580	610	26	14	10	11	45	5
6	68	495	25	13	9	11	46	6
7	73	550	25	13	8	12	43	6
8	540	585	25	11	9	10	45	5
9	85	499	25	13	9	10	46	4
10	93	600	26	13	9	9	46	5
11	865	615	26	14	8	9	45	6
12	52	490	25	12	11	8	47	4
13	76	515	25	11	11	9	48	5
14	350	478	25	13	10	9	48	4
15	65	576	25	14	8	10	44	5
16	685	450	26	13	9	10	44	6
17	76	486	26	13	9	8	43	5
18	87	610	25	14	9	9	42	6
19	89	550	25	14	8	9	45	6
20	354	458	25	15	8	9	42	7
21	87	465	25	14	10	9	44	7
22	86	615	26	12	10	11	45	6
23	68	545	26	12	9	12	47	5
24	745	534	25	13	9	12	48	6
25	78	538	25	13	8	10	43	5
26	85	580	25	13	9	11	43	5
27	45	590	26	13	9	10	43	6
28	789	610	26	12	10	10	42	4
29	23	600	25	12	10	9	41	7
30	35	525	25	14	10	9	43	6
31	35	465	25	14	9	9	41	7
32	450	475	25	14	10	9	45	6
33	45	489	26	14	9	9	46	7
34	45	576	26	14	9	8	44	6
35	60	580	25	13	9	11	43	6
36	450	590	25	12	9	11	45	6
37	60	608	25	12	9	11	46	7
38	60	602	25	13	9	9	47	6
39	76	599	26	12	8	9	45	5
40	456	580	26	13	8	10	43	6
41	56	498	25	13	8	10	42	6
42	56	608	25	13	9	11	43	6
43	56	565	25	12	9	11	45	6
44	357	576	25	12	9	11	46	7
45	65	587	26	13	9	9	47	6
46	67	620	26	12	8	9	45	5
47	485	350	25	13	9	11	43	5
48	54	434	25	13	9	10	43	6
49	650	450	25	12	10	10	42	4
50	65	488	25	12	10	9	41	7
Media	76	576	25	13	9	9.5	44.5	6
Moda	45	580	25	13	9	9	45	6
Desviación estandar	246.71	64.10	0.47	0.93	0.83	1.10	2.06	0.95
Varianza	60866.69	4109.32	0.22	0.86	0.68	1.22	4.24	0.90
Coficiente de variación	3.25	0.11	0.02	0.07	0.09	0.12	0.05	0.16

Se obtienen promedios de tiempos de las tres corridas, para tener de forma concentrada el valor con mayor rango de estudios y considerar las posibles variantes en el proceso que se pudieran afectar los resultados.

Con esto se obtiene los valores de tiempos de ejecución de las actividades y se observa el comportamiento actual del proceso.

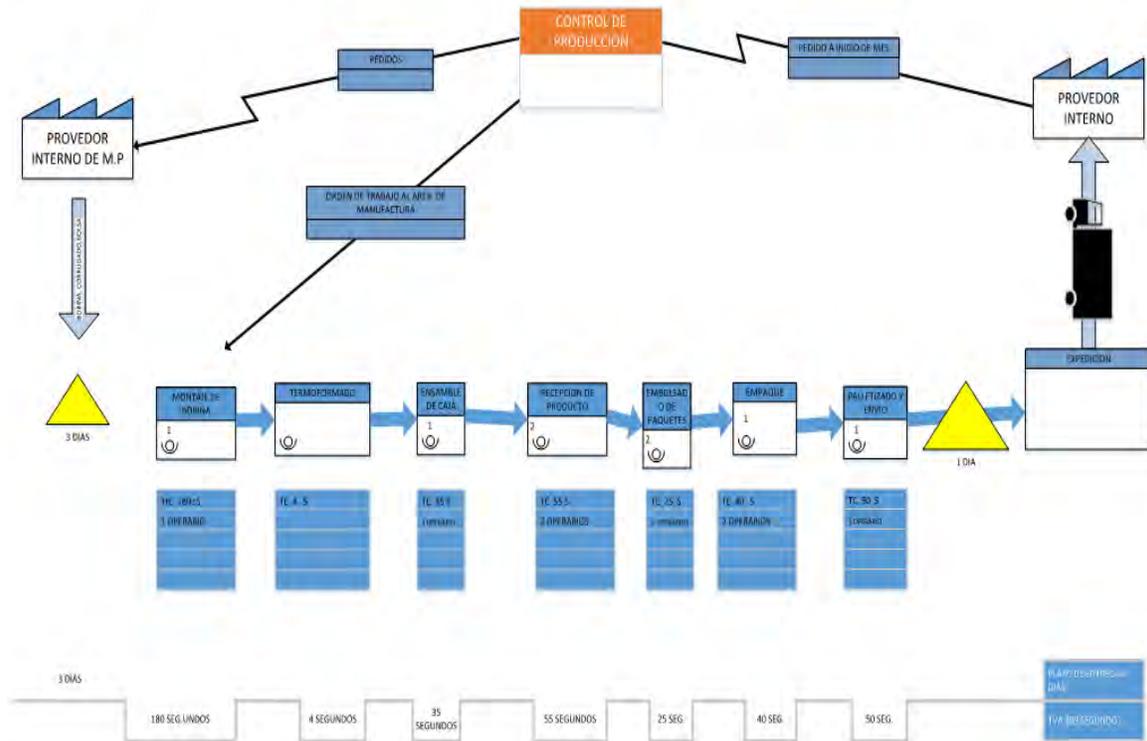
ESTUDIO DE TIEMPOS CON PROCESO ACTUAL								
	FALTA SURTIMIENTO KANBAN	MONTAJE DE BOBINA	TERMOFORMADO	CONTROL	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA
CORRIDA 1	76	576	25	13	9	9.5	44.5	6
CORRIDA 2	76	580	25	13	9	9	45	6
CORRIDA 3	76	580	25	13	9	9	44	6
PROMEDIOS	76	578.67	25	13	9	9.17	44.5	6

3.- Se realiza una cartografía de la cadena de valor del estado de proceso actual que nos ayudará a ver y comprender el flujo de material e información de pedido a pedido (desde el cliente hasta el proveedor).

Los tiempos de ejecución en cada etapa del proceso, se observan sobrepasados debido a tiempos muertos y/o falta de seguimiento de parte del personal responsable.

Los principales cuellos de botella están observados en las etapas de abasto de materia prima desde, almacén, kanban y abasto de materia prima a la máquina por parte del operador, así como la detección de falta de aditamento que permita reemplazo de la materia prima antes de que la anterior se agote, para reducir tiempo de cambio, ya que se generan tiempos de espera, por lo afectan un correcto flujo del proceso, adicional se generan un porcentaje desperdicio, en los ajustes de cada arranque de línea.

Por lo que se trabajara en diseñar como debería funcionar el flujo completo y que estos valores se convierten en planos para la implementación del método lean six sigma.



4.-Desarrollar un mapa de cadena de valor VSM (estado futuro) - En base a la cartografía de la cadena de valor del estado de proceso actual se procede con la aplicación de metodología DMAIC, en las etapas del proceso para:

Reducción de los tiempos de ejecución en cada etapa del proceso, para lo cual se eliminan causas de paro y/o interrupción de flujo continuos, una de las causas principales fue la falta de seguimiento del personal responsable de abasto de materias primas en las etapas de almacén, kanban y operador de línea, por lo que se trabajó en la concientización de una mejora en la calidad de seguimiento en tiempo y forma. Así como la detección de falta de aditamento el cual fue adquirido en apoyo de área técnica con esto se permite reemplazo de la materia prima antes de que la anterior se agote, para reducir tiempo de cambio, y evitar tiempos de espera, se mejora un correcto flujo del proceso, adicional se reduce un porcentaje desperdicio, en los ajustes de cada arranque de línea.



Se aplican metodología lean six sigma DMAIC, en las labores directas del proceso donde se definieron las actividades necesarias y se eliminan las labores no necesarias se miden los tiempos de las labores y se busca una reducción de tiempos con el estudio de tiempos y movimientos.

La reducción de desperdicios fue lograda en evitar tiempos de paro en los cambios de materias primas los cuales eran prolongados y una segunda etapa de reducción de mermas era generado en el proceso de empaque por que las empacadoras no tenían un método adecuado de toma de piezas, con una ligera modificación en la metodología se logra que ya no les ganen las piezas se evita caída de piezas al piso, ya que esto es mermado.

La siguiente etapa es realizar el proceso de simulación con los valores obtenidos del estudio de tiempos, para lograr el objetivo de estudio del presente artículo.

Con las modificaciones a las metodologías de trabajo en las diferentes etapas se logran los siguientes resultados:

Se obtienen las siguientes mejoras, en comparación con los tiempos originales:

ESTUDIO DE TIEMPOS (SEGUNDOS) EN LAS ETAPAS DE TAPA PARA VASO								
NO. DE DATOS	FALTA SURTIMIENTO KANBAN	MONTAJE DE BOBINA	TERMOFORMADO	CONTEO	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA
1	34	60	21	9	8	7	33	5
2	1	54	21	8	7	8	33	4
3	1	56	21	8	7	8	32	4
4	1	76	21	8	7	8	32	4
5	1	68	21	9	7	8	32	5
6	43	87	21	7	7	7	34	4
7	43	67	22	8	8	8	34	6
8	23	69	22	7	7	8	34	5
9	1	78	21	7	9	9	32	4
10	1	67	21	8	9	9	32	5
11	23	67	22	9	8	7	32	4
12	1	68	22	9	7	8	32	4
13	1	87	22	9	7	7	32	5
14	34	98	22	9	8	9	32	4
15	1	76	21	8	8	7	32	5
16	45	66	21	7	9	8	34	6
17	1	77	21	8	7	8	32	5

18	1	67	22	8	9	9	34	6
19	1	68	22	7	8	9	32	6
20	1	87	21	8	8	7	34	6
21	23	78	21	7	8	9	32	6
22	1	79	22	7	7	8	32	6
23	24	98	22	8	9	8	32	5
24	34	67	21	9	9	7	32	6
25	1	56	21	8	7	7	32	5
26	65	57	21	9	9	8	34	5
27	1	56	22	8	9	8	34	6
28	1	55	22	8	7	8	32	4
29	1	54	21	7	8	7	34	6
30	23	56	21	8	7	9	33	6
31	35	56	22	9	9	9	33	6
32	23	67	22	8	9	7	34	5
33	1	65	21	8	9	9	35	5
34	43	56	21	8	9	8	34	5
35	60	65	21	9	7	7	32	6
36	34	67	22	9	7	8	32	6
37	1	67	22	9	9	7	33	4
38	1	56	21	8	7	9	34	6
39	76	56	21	7	8	9	35	4
40	34	45	22	7	8	7	35	5
41	1	66	22	8	8	8	35	4
42	34	67	21	8	7	7	33	5
43	1	78	21	8	9	7	35	5
44	54	87	21	9	7	8	35	4
45	45	76	22	8	9	9	36	5
46	45	65	22	7	7	9	37	4
47	1	75	21	8	8	7	36	6
48	65	75	21	8	7	8	34	5
49	45	64	22	9	9	7	33	5
50	1	65	22	8	8	8	34	6
Media	12	46	21	8	8	8	33	5
Moda	1	67	21	8	7	8	32	4
Desviación estandar	22.36	11.54	0.50	0.71	0.85	0.78	1.33	0.79
Varianza	499.91	133.21	0.25	0.51	0.73	0.61	1.77	0.63
Coefficiente de variación	1.86	0.25	0.02	0.09	0.11	0.10	0.04	0.16

Se obtienen promedios de tiempos de las tres corridas:

ESTUDIO DE TIEMPOS APLICANDO METODOLOGIA DMAIC								
	FALTA SURTIMIENTO KANBAN	MONTAJE DE BOBINA	TERMOFORMADO	CONTEO	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA
CORRIDA 1	12	46	21	8	8	8	33	5
CORRIDA 2	23	68	21	8	8	8	34	5
CORRIDA 3	23	67	21	8	8	8	35	5
PROMEDIOS	19.33	60.33	21	8	8	8.00	34	5

En resumen, se reflejan los siguientes datos de mejora de tiempos:

ECONOMIA DE TIEMPOS									
	FALTA SURTIMIENTO KANBAN	MONTAJE DE BOBINA	TERMOFORMADO	CONTEO	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA	
PROMEDIOS PROCESO ACTUAL	76	578.67	25	13	9	9.17	44.5	6	
PROMEDIOS PROCESO APLICANDO METODO DMAIC	19.33	60.33	21	8	8	8	34	5	
RESULTADOS DE REDUCCION DE TIEMPOS	56.67	518.34	4	5	1	1.17	10.5	1	

Esto estará reflejado en cajas por turno:

Se logra un incremento de cajas producidas por turno en rango de 70 a 90 cajas.

7.-Medir resultados, por medio análisis por simulación con ayuda del software Arena para mostrar los resultados y representar con el sistema integral que aborda todas las fases de un proyecto de simulación, desde el análisis de datos de entrada hasta el análisis de los datos de salida de simulación. Su enfoque de aplicación aborda las necesidades de fabricación, así como el soporte de decisiones para muchas otras áreas que conforman el proceso.

The screenshot shows the Arena software interface. At the top, the title bar reads "Arena Training & Evaluation Mode - Commercial Use Prohibited - [Modelo Termoformado]". The main workspace displays a process flow diagram with five sequential process boxes: "Termoformado", "Montaje de bobina", "Precalentado de lamina", "Formado y corte", and "Empaque", all leading to an "Almacen" (Storage) box. Below the diagram, a "Process - Basic Process" table is visible, detailing the parameters for each process step.

Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Expression	Report Statistics
1 Montaje de bobina	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Seconds	Value Added	(17.5 - 10 * BETA(1.24, 1.27))	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Precalentado de lamina	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Seconds	Value Added	8.5 + WEB(0.911, 1.91)	<input checked="" type="checkbox"/>
3 Formado y corte	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Seconds	Value Added	TRIA(8.5, 10, 10.5)	<input checked="" type="checkbox"/>
4 Empaque	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Seconds	Value Added	TRIA(8.5, 10, 10.5)	<input checked="" type="checkbox"/>

**CONCLUSIONES**

El presente trabajo fue realizado para analizar las áreas los datos numéricos de comportamiento de proceso actual, se realiza un comparativo contra los resultados esperados y se procede con aplicación de metodología lean six sigma, para la mejora de las etapas del proceso, donde se fue determinando una deficiencia respecto a valores nominales o estándares, al mismo tiempo se va trabajando con el personal para romper malos hábitos, y trabajar en base a una metodología, para que las etapas del proceso fluyan mejor en tiempo y forma, con esto el proceso se observa más estable y con resultados de producción más apegados a los estándares establecidos, incrementando la cantidad de producción actual, logrando a mediano y/o largo plazo un incremento en las utilidades para la empresa.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Kumar, D., Six Sigmas las Mejores Prácticas, Panamericana, Bogotá, 2009.
- Barba, E., Boix, F., & Cuatrecasas, L, Seis Sigma una iniciativa de calidad total, Gestión 2000, Barcelona, 2000.
- Burtner, J. (2004). The Adaptation of Six Sigma Methodology to the Engineering Education Enterprise [Internet], ASEE [5] Sociedad Colombiana de Six Sigma. (2006-2010). Clientes [Internet], ACOSIXSIGMA. Disponible desde: <<http://www.acosixsigma.com/clientes.html>> [Acceso 31 de Octubre 2011].
- Southeast Section Conference. Disponible desde: <[http:// 155.225.14.146/asee-se/proceedings/ASEE2004/ P2004007indusBUR1.pdf](http://155.225.14.146/asee-se/proceedings/ASEE2004/P2004007indusBUR1.pdf) > [ Acceso 30 de Enero 2012].
- Srivastava, M., & Srivastava, A. (2012). Six Sigma Framework for Management Education in India [Internet], AIMS International. Disponible desde: <[http://icmis.net/ AIMS8%20to%20print/P%208431-proofs.pdf](http://icmis.net/AIMS8%20to%20print/P%208431-proofs.pdf) > [Acceso 30 de Enero 2012].
- Sociedad Colombiana de Six Sigma. (2006-2010). Clientes [Internet], ACOSIXSIGMA. Disponible desde: <<http://www.acosixsigma.com/clientes.html>> [Acceso 31 de Octubre 2011].
- Xingxing, Z., Lawrence, D. F., & Thomas, J. D., The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma, Journal of Operations Management, 26, 630-650, 2008.
- Giménez, L. M. (2002) An introduction to six sigma. En Stapenhurst, T., Master Statistical Process Control. Reino Unido, Elsevier, p. 421-425.
- Carrillo, R. (2004). six sigma, ¿en servicios? [Internet], Dinamo Value Partners. Disponible desde: <[http://dinamovp.com/articulos/Six\\_sigma\\_en\\_servicios.pdf](http://dinamovp.com/articulos/Six_sigma_en_servicios.pdf)> [Acceso 30 de Enero 2012].
- Lejarza, J., & Lejarza, I. (2012). Distribución Normal [Internet], Universidad de Valencia. Disponible desde: <<http://www.uv.es/ceaces/pdf/normal.pdf> > [Acceso 4 de Febrero 2012].
- Taghizadegan, S., Essentials of Lean Six Sigma, Elsevier, USA, 2006.
- Socconini, L, Lean Manufacturing paso a paso, Norma, Estado de México, 2008.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R., Las claves prácticas de Seis Sigma, Mc Graw Hill, Madrid, 2004.
- Devore, J. L., Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, Thomson, México, 2005.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., Choo A. S., Six Sigma: a goal-theoretic perspective, Journal of Operations Management, 21, 193–203, 2003.

Chakravorty, S. S., Six Sigma programs: An implementation model, *Int. J. Production Economics*, 119, 1-19, 2009.

Six Sigma Pocket Guide Rath & Strong Management Consulting

Elementary Statistics Eight edition Mario F. Triola Addison Wesley Longman Pearson Education. <http://www.seis-sigma.com>

Prokopenko, J (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo.

Goldratt, Eliyahu y Cox, Jeff. *La Meta, un proceso de mejora continua*. Segunda Edición. Ediciones Castillo. México. 1998.

López, G. (2001). Metodología six-sigma: calidad industrial. Artículo consultado en EBSCO, Baja California, México, Investigador del instituto de Ingeniería, UABC.

Advanced Manufacturing Arena Template Reference Guide, 1994. Google Scholar

Sustainable Manufacturing Value stream mapping Environment society Metrics. Google Scholar.

---

# SOFTWARE PARA EL RECONOCIMIENTO Y REGISTRO DE MARCAS DE HERRAR USANDO APRENDIZAJE AUTOMATICO PARA EL SECTOR GANADERO

DIONISIO PÉREZ PÉREZ<sup>1</sup>, JULIO JARAMILLO RODRÍGUEZ<sup>2</sup>

## RESUMEN

En las asociaciones ganaderas, donde se lleva el control y registro administrativo del ganado para su compra y/o venta, se ha detectado que solo en sus procesos de registros de marcas de herrar, se generan utilizando métodos demasiado antiguos, los usuarios que se encargan realizar el registro, tienen que buscar entre cada uno de ellos en un plazo mínimo de dos semanas, ya que, como se menciona, se procede a una búsqueda exhaustiva en los libros donde tienen cada diseño de cada uno de los propietarios (ganaderos) hasta dictaminar que no se encuentre duplicado para así, proceder con el registro administrativo. Con la finalidad de mejorar los procesos de búsqueda, registro y haciendo uso del aprendizaje automático, técnica de la inteligencia artificial, que hace uso de reconocimiento de patrones a través del estudio inteligente de imágenes se ha desarrollado una aplicación siguiendo una metodología de desarrollo de software que involucra el proceso adecuado que debe contener todo tipo de sistema informático para garantizar la calidad del producto y de esta manera, ayudar al sector ganadero a mejorar sus procesos administrativos de manera inmediata.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje automático, reconocimiento de patrones, desarrollo de software, sector ganadero.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado dionisio.itsav@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado julio.jaramillo.r@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El sector ganadero ha sido participe de constantes cambios a niveles administrativos, el uso de las tecnologías de información y comunicación brinda una gran gama de herramientas que facilita las tareas en cada uno de los servicios que ofrece cada oficina. Las asociaciones ganaderas son el nivel administrativo donde se realizan diferentes servicios como, por ejemplo: La inscripción al Sistema nacional de identificación nacional de ganado (SINIIGA), que dicho trámite ayuda a los ganaderos a tener un control de su patrimonio y llevar control puntual sobre localización de cada animal aplicando tecnologías adecuadas.

Uno de estos servicios es el marcado de bovinos, del cual es un proceso muy común ya que utiliza diferente mecanismo para identificar al animal de su propietario, es por ello que el marcado ó sello debería ser único e irrepetible.

El marcado de bovinos es una actividad sumamente importante para la ganadería, pues es la principal herramienta para identificar a los animales y así evitar el robo de estos asimismo es la forma más fácil de lograr la rastreabilidad de las cabezas durante toda su vida, da bases sólidas para la administración del ganado; por ello es un tema

de gran relevancia tomando en cuenta todos los elementos para enfocarnos en mejorar las herramientas incluidas en ese proceso es una iniciativa que puede ayudar en gran medida a esta rama de la economía (SAGARPA,2018)

Sin embargo, el proceso administrativo conlleva a diferentes factores que deberán considerar y un factor el cual se ha detectado un punto relevante, el tiempo del proceso.

Las marcas de bovino o marcas de herrar, se realiza de la siguiente manera:

El personal encargado del registro de marca debe solicitar a los clientes (ganaderos) las pruebas de salud del animal, sus datos de identificación entre otros documentos y principalmente la caratula que identifica al animal en imagen, foto o dibujo. Ésta persona deberá buscar en varios libros donde guardan todas las marcas de todos los clientes e ir revisando uno por uno si es que existe alguno que se asemeje, en caso de existir, se le notifica al cliente para que le realice las modificaciones o en su defecto el cambio y validar dicha marca.

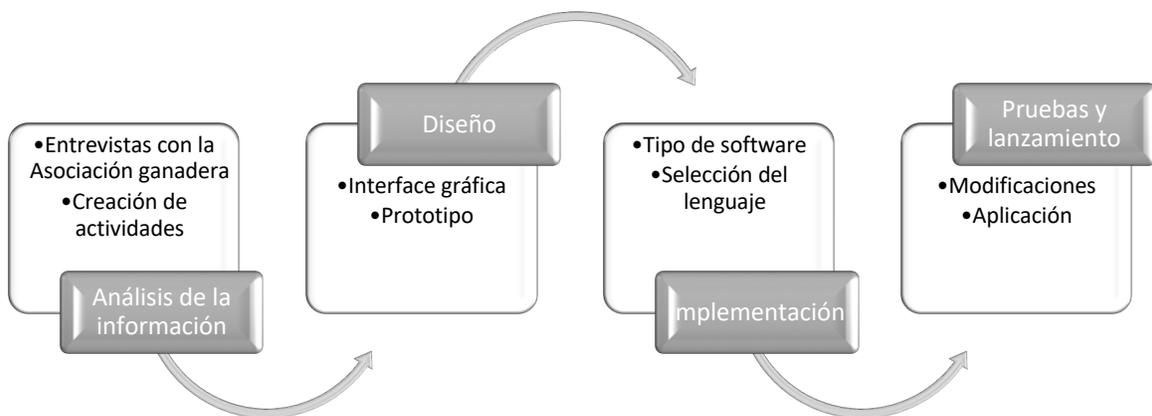
Posterior a la validación de la marca se guarda en los libros de registros y procede al trámite burocrático que conlleva el proceso.

Todo lo anterior mencionado, se cumple en un plazo de 15 hasta 25 días hábiles para realizarlo, es por ello, que derivado a la explicación de cada fase del registro se optó en realizar el proyecto SIMARC (Sistema automático para marcas de Herrar), el cual consta de una aplicación web que agilizará su proceso de reconocimiento, clasificación de las marcas de herrar de manera automatizada usando las tecnologías en el reconocimiento automático de patrones en imágenes (Machine Learning).

**DESARROLLO**

El proyecto esta compuesto en diferentes fases como lo muestra la figura 1. En la primera fase se realizaron entrevistas a personal administrativo de la asociación ganadera, en donde se recabo toda la información inicial y analizar los requerimientos del cliente para conocer todo el contexto. Dicha entrevistas se realizaron en la asociación ganadera del municipio de Tlaxicoyan,Ver, donde se analizó la problemática descrita anteriormente.

Figura 1. Fases de desarrollo del proyecto



La segunda fase del desarrollo fue el diseño en donde se realizó el prototipo para el proyecto que lleva como nombre SIMARC, utilizando el modelo de proceso evolutivo, el cual es uno de los modelos de desarrollo rápido utilizando prototipos

de la ingeniería de software del cual dice, “Es frecuente que un cliente defina un conjunto de objetivos generales para el software, pero que no identifique los requerimientos detallados para las funciones y características. En otros casos, el desarrollador tal vez no esté seguro de la eficiencia de un algoritmo, de la adaptabilidad de un sistema operativo o de la forma que debe adoptar la interacción entre el humano y la máquina. En estas situaciones, y muchas otras, el paradigma de hacer prototipos tal vez ofrezca el mejor enfoque”. (Pressman,2010)

Para el desarrollo del diseño del prototipo se utilizo un software por parte de la compañía Adobe, el cual se muestra en la Figura 2, para mostrarle al cliente las principales funcionalidades que se utilizaran en el proyecto. En la tabla 1 se describen cada una de ellas. Cabe mencionar, que se utilizaron colores agradables a la vista siguiendo los principios de la usabilidad en el diseño de interfaces, el cual establece que el color verde es un color positivo que sugiere naturaleza (vida, bosques, plantas), vida, estabilidad (usabilidad.tv,2000-2019).

Figura 2. Diseño del prototipo SIMARC

The image shows a web form interface for 'Registro de Control de Marcas de Herrar'. At the top, there is a green navigation bar with 'Nuevo Sello' and 'Revalidar Sello' options, and a search icon. The main title is 'Registro de Control de Marcas de Herrar'. The form contains a large grey placeholder for an image, with a green button labeled 'Ingresar Imagen' below it. To the right of the image placeholder are several input fields: 'Nombre:', 'Apellido Paterno:', 'Apellido Paterno:', 'Dirección', 'Municipio:', 'Estado', 'Código Postal:', and 'Curp'. At the bottom left, there is a green button labeled 'Buscar'.

Tabla 1. Descripción de las funcionalidades de SIMARC

Función	Descripción
Nuevo Sello	En esta sección se realizará el registro de los sellos para nuevos clientes, el sistema buscara en su base de datos si el cliente es nuevo o no.
Revalidar sello	En esta sección, es donde se utilizará el algoritmo de inteligencia artificial el cual clasificará y determinara si la imagen es semejante a las registradas para que sea única
Registro	En la sección de registro, el sistema solicita los datos del cliente como su INE, pruebas de salud al animal, y la caratula del sello en formato PNG, automáticamente el sistema detectara si dicha imagen se encuentra validad y en caso de encontrar coincidencias de acuerdo a patrones se rechazara dicha marca. (Ver Figura 3)
Búsqueda	Se realiza la búsqueda por datos del cliente o por imagen (utilizando las ventajas del aprendizaje automático ML).

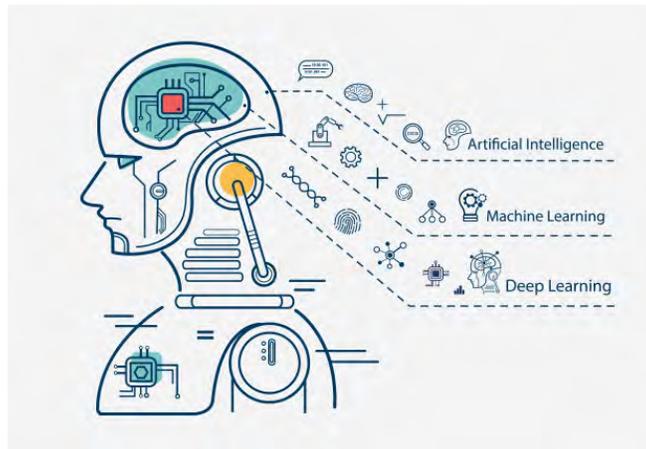
Figura 3. Validación de la marca



En la fase de implementación, se seleccionaron las tecnologías de desarrollo a utilizar para el proyecto y se determino que el lenguaje de programación ideal seria PHP por ser una aplicación web el cual utilizara una aplicación utilizada en la inteligencia artificial denominada TensorFlow, pues los algoritmos para la comparación y clasificación de las imágenes será de manera automática usando el aprendizaje automático o Machine Learning. “El aprendizaje automático es el subconjunto de inteligencia artificial (IA) que se centra en desarrollar sistemas que

aprenden, o mejoran el rendimiento, en función de los datos que consumen. Inteligencia artificial es un término amplio que se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana. Se suele mencionar al aprendizaje automático y a la IA en las mismas conversaciones, y los términos a veces se usan indistintamente, pero no significan lo mismo. Un aspecto importante a destacar es que aunque todo aprendizaje automático es IA, no toda IA es aprendizaje automático”. (Oracle,2019)

Figura 4. Esquema del machine Learning



Fuente: Recuperado de <http://www.agasys.com.mx/wp-content/uploads/2018/06/aprendizaje-automatico-.jpg>

El uso del ML es la parte fundamental de la innovación del proyecto SIMARC, ya que agiliza un proceso que se toma hasta más de 15 días para el registro en tan solo segundos, el uso del aprendizaje automático ayuda a que el reconocimiento de las imágenes de las marcas sea exacto y en el menor tiempo posible.

Para la última fase cabe recalcar que se siguen realizando ajustes al desarrollo del prototipo, sin embargo, dichas pruebas se encuentran por el momento pendientes hasta realizar una nueva entrevista para su revisión y corrección de detalles que se presenten al utilizar el sistema. En esta fase también se capacitará a los usuarios para que utilicen el sistema de manera correcta y siguiendo las ventajas del modelo de ingeniería de software que se empleó para el proyecto.

## **CONCLUSIONES Y RESULTADOS**

De manera preliminar se puede decir que el software ayudará a cada una de las asociaciones ganaderas que lo vayan a utilizar para agilizar sus procesos administrativos en el registro de las marcas de herrar, dicho proceso se reduce en tiempo, un 85% lo cual es un factor determinante para medir la eficiencia del software.

El uso de la inteligencia artificial en proyectos de software innova en el sentido de la aplicación de la ingeniería y el uso de algoritmos especializados en la optimización de procesos.

De los resultados esperados durante la última fase de pruebas al sistema se recopilarán diversos factores medibles como el tiempo, la cantidad de actividades optimizadas, los clientes atendidos entre otros, para dar un panorama extenso a la Asociación ganadera y así mismo, brindar la solución en donde sea viable su implementación.

Es satisfactorio el realizar la mejora de los procesos en una organización que cuenta con un extenso grupo de clientes para que de manera automática puedan producir e incrementar el uso de los servicios que ellos brindan a la sociedad.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AgaSys. (30 de Octubre de 2019). El aprendizaje automático en las empresas de servicios financieros. Obtenido de <http://www.agasys.com.mx/el-aprendizaje-automatico-en-las-empresas-de-servicios-financieros/>

Oracle. (15 de Octubre de 2019). ¿Qué es el aprendizaje automático? Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>

Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software: Un enfoque práctico. México: Mc Graw Hill.

SAGARPA. (2018). Sistema nacional de identificación individual de ganado.

Usabilidad.TV. (31 de Octubre de 2019). usabilidad.tv: Entra en la red. Obtenido de [http://www.usabilidad.tv/usabilidad\\_web/colores.asp](http://www.usabilidad.tv/usabilidad_web/colores.asp)

# TECNOLOGÍA MÓVIL DE UN EXPEDIENTE MÉDICO PERSONAL PARA PACIENTES CON RIESGO DE SALUD DE HIPERTENSIÓN

JULIO CÉSAR OVANDO GARCÍA<sup>1</sup>, JOSÉ ALFONSO GÓMEZ SÁNCHEZ<sup>2</sup>, SELENE GARCÍA NIEVES<sup>3</sup>

## RESUMEN

En México existen problemas alarmantes de hipertensión, de acuerdo a cifras del año 2018 el 25.5 % de los adultos tienen esta enfermedad y si no se controla, puede provocar infarto de miocardio, ensanchamiento del corazón y, a la larga, insuficiencia cardiaca. Por lo anterior, el objetivo de este artículo es desarrollar y evaluar una aplicación móvil de un expediente médico personal para pacientes con hipertensión. Para lograr el objetivo, primero se obtuvieron los requerimientos mediante entrevistas con médicos, paramédicos, pacientes y basándose en las Normas Oficiales Mexicanas del expediente clínico y de la hipertensión arterial sistémica. Posteriormente, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil donde los pacientes tienen acceso a su expediente, pueden registrar su presión arterial en una sección de la aplicación, la cual les indica mediante un semáforo de colores si su presión es normal, baja o alta, los médicos pueden visualizar en tiempo real la presión capturada por los pacientes y además pueden administrar todo el expediente médico. Finalmente, se realizó un experimento de evaluación en donde se obtuvieron resultados favorables ya que tanto médicos como pacientes consideran que la aplicación es útil y fácil de usar, permitiendo dar un seguimiento oportuno de la hipertensión arterial.

Palabras clave: aplicaciones móviles, enfermedades mexicanas, médicos, pacientes, presión arterial.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas mssd\_09@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas alfonso.gomez@itschoapas.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas selene.garcian@itschoapas.edu.mx

**ABSTRACT**

In Mexico, there are alarming problems of hypertension, according to 2018 figures 25.5% of adults have this disease and if left unchecked, can cause myocardial infarction, widening of the heart and, in the long run, heart failure. Therefore, the objective of this article is to develop and evaluate a mobile application of a personal medical file for patients with hypertension. To achieve the objective, the requirements were first obtained through interviews with doctors, paramedics, patients and based on the Official Mexican Standards of the clinical record and systemic arterial hypertension. Subsequently, a mobile application was designed and developed where patients have access to their file, they can register their blood pressure in a section of the application, which indicates by means of a colored traffic light if their pressure is normal, low or high, Doctors can visualize in real time the pressure captured by patients and they can also administer the entire medical record. Finally, an evaluation experiment was carried out in which favorable results were obtained since both doctors and patients consider the application to be useful and easy to use, allowing timely monitoring of arterial hypertension.

Index words: blood pressure, doctors, Mexican diseases, mobile applications, patients.

**INTRODUCCIÓN**

De acuerdo a cifras emitidas por la Secretaría de Salud, en México el 25.5 % de los adultos tiene hipertensión, con más prevalencia en mujeres (26.1%) que en hombres (24.9%) y un mayor porcentaje en los adultos de 50 a 59 años. La hipertensión o tensión arterial alta, es un padecimiento que afecta los vasos sanguíneos y aumenta el riesgo de tener un infarto al miocardio y de padecer accidentes cerebrovasculares, además puede causar insuficiencia renal, ceguera y deterioro cognitivo (SSA, 2018).

El proyecto de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-030-SSA2-2017, para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica, menciona que la hipertensión arterial sistémica, es uno de los

factores de riesgo cardiovascular más prevalentes en las sociedades modernas, entre ellas, la mexicana (PROY 2017).

Ya que habitualmente la hipertensión no presenta síntomas, puede pasar desapercibida, como lo muestran las cifras de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT MC) 2016, en las que se observa que el 40% de los adultos mexicanos no sabía que tenía hipertensión. En los países en desarrollo, muchas personas con hipertensión no saben que la padecen ni tienen acceso a los tratamientos que podrían controlar su tensión arterial y reducir significativamente su riesgo de defunción y discapacidad por cardiopatía o accidente cerebrovascular. Diagnosticar, tratar y controlar la hipertensión es una prioridad de salud en todo el mundo (OMS, 2015).

En ocasiones la hipertensión puede causar dolor de cabeza fuerte, náuseas o vómito, confusión, alteraciones en la visión y hemorragias nasales. A nivel mundial, más de uno de cada cinco adultos tiene la tensión arterial elevada, un trastorno que causa aproximadamente la mitad de todas las defunciones por accidente cerebrovascular o cardiopatía. Complicaciones derivadas de la hipertensión son la causa de 9,4 millones de defunciones cada año en el mundo (OMS, 2015).

El diagnóstico se hace en base a la toma de las cifras superiores a 139 mm de Hg de Presión Arterial Sistólica (PAS) y cifras superiores a 89 mm Hg de Presión Arterial Diastólica (PAD). Este límite inferior es aceptado, de manera generalizada, como el punto de partida del cual se incrementa, de manera significativa, la morbilidad y mortalidad relacionadas con esta enfermedad (Álvarez, 2014).

El diagnóstico de esta enfermedad y su tratamiento se basa en una correcta medición de la presión arterial. Sin embargo, la técnica de medición de la presión arterial tiende a ser subvalorada y en muchas ocasiones efectuada incorrectamente. La correcta medición de la presión arterial en la consulta requiere seguir determinados pasos y utilizar equipos certificados y calibrados (Tagle, 2018). La Presión arterial también se puede realizar en el hogar, en los últimos años, la automedición de la PA en el hogar se ha ido expandiendo cada vez más y además su uso está siendo cada vez más aceptado y valorado a nivel mundial (Mancia, et al. 2018; Arnolt, 2003).

El costo económico de la hipertensión arterial sistémica en México es muy elevado, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) gastó en 2014 un total de \$3,964 millones de dólares (MDD) en las nueve principales enfermedades crónicas excepto cáncer, mientras que la cifra por el mismo concepto para la Secretaría de Salud fue de \$ 1,429 MDD. Se ha calculado que la atención anual de estos pacientes en el Instituto Mexicano del Seguro Social, equivaldría al 13.95% del presupuesto destinado a la salud (PROY 2017).

Se realizó una búsqueda científica para visualizar cómo se ha contribuido en el seguimiento y mejoramiento de la salud de pacientes con hipertensión, haciendo uso de la tecnología, específicamente el uso de aplicaciones móviles, a continuación, se presentan los principales proyectos relacionados.

Proyecto Control HTApp: se utiliza una aplicación para teléfonos móviles que permite dar información de retroalimentación a los médicos con intención de generar competitividad en la consecución de objetivos. La aplicación permitía conocer en todo momento la tasa de pacientes controlados ( $< 140/90$  mmHg) por cada médico, y compararlos con la media de pacientes controlados por el grupo de médicos (Sánchez-Prieto, 2018).

Programa Piloto para seguimiento de Hipertensión en México: Se realizó un estudio controlado, aleatorizado y de intervención en pacientes hipertensos y con síndrome metabólico mediante un programa piloto de seguimiento farmacoterapéutico. Se evaluó el control de la presión arterial y el riesgo cardiovascular (RCV) de acuerdo al NCEP-ATP III (Sánchez-Guerra, 2018).

Salud Total: es un software dedicado a la administración de salud del paciente, administra datos de contacto, antecedentes clínicos, notas de consultas, recetas médicas y últimos diagnósticos, sin embargo, solo el profesional de la salud tiene acceso al expediente (SaludTotal, 2017).

Historia clínica electrónica desde un dispositivo móvil: el tenerla en la nube mejora ostensiblemente la rapidez en el acceso, la integridad de la información, disminuye la tala indiscriminada, posibilita un repositorio de imágenes diagnósticas, en síntesis, optimiza este documento y permite que se utilice de una manera más eficiente (Solarte, 2015).

Consulta de expediente médico en línea a través de las plataformas Java y Android: es una investigación e implementación de un software realizada en servicios de salud en la Ciudad de México, se analizó el impacto de los factores técnicos, administrativos y de comportamiento en un proceso de consulta de expedientes médicos. Los análisis indicaron que se da mayor importancia a los factores técnicos pero que se descuidan los administrativos provocando que factores de comportamiento sean afectados y por lo tanto el desempeño laboral sea muy deficiente (Castro, 2014).

Propuesta de una arquitectura informática para integrar la información de los derechos-habientes en un expediente clínico electrónico integral: esta investigación tiene como objetivo proponer una metodología para integrar la información de los derecho-habientes en un expediente único electrónico. Se propone la incorporación de la metodología ITTL (administración de servicios tecnológicos) como una estructura para vincular la información que se genera en las diferentes áreas de un centro de salud e integrarla en un expediente único (Fuentes, 2013).

Al realizar la búsqueda de investigaciones similares, se observó que el enfoque general es la administración de la información clínica del paciente, pero solo es accedida por el proveedor del cuidado de la salud, no se encontraron investigaciones o aplicaciones en donde el paciente o algún familiar sea participe directo de obtener y capturar su presión arterial desde cualquier lugar, donde su médico pueda visualizarla en tiempo real.

Por lo anterior, el objetivo de este artículo es desarrollar y evaluar una aplicación móvil de un expediente médico personal para pacientes con hipertensión. Las preguntas de investigación que se plantearon son las siguientes: ¿Los médicos y pacientes consideran útil la aplicación móvil para pacientes con hipertensión?, ¿Los médicos y pacientes consideran que la aplicación móvil para pacientes con hipertensión es fácil de usar? y ¿Los médicos y pacientes tendrán la intención de utilizar la aplicación móvil como herramienta de apoyo para el seguimiento de pacientes con hipertensión?

## **METODOLOGÍA Y MODELO DE DESARROLLO**

Para el desarrollo de este proyecto se empleó la metodología XP y el modelo de desarrollo de software incremental iterativo. La metodología XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios (Beck, 2000). El modelo incremental se centra en la entrega de un producto operacional con cada incremento. Los primeros incrementos son versiones desmontadas del producto final, pero proporcionan la capacidad que sirve al usuario y también proporciona una plataforma para la evaluación por parte del usuario (García, 2018).

### **Obtención de los requerimientos**

Como primer paso se obtuvieron los requerimientos, para esto primeramente se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico (NOM, 2012) y la PROY-NOM-030-SSA2-2017, para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica (PROY, 2017). Posteriormente, se realizó un estudio de campo en donde se tuvieron entrevistas con 5 médicos de distintos centros de trabajo, con un paramédico y alrededor de 30 pacientes, estas entrevistas tuvieron como objetivo conocer la información relevante que se maneja en un expediente médico y en los pacientes con hipertensión, así mismo las necesidades en el desarrollo de las interfaces y características de la aplicación. Los requerimientos de la aplicación se plasmaron en un formato IEEE 830 de especificación de requerimientos de software.

### **Análisis y diseño**

Después de analizar los requerimientos se determinó que la aplicación se basaría en lo siguiente:

Existirán 2 tipos de usuario para ingreso a la aplicación: médico y paciente.

El médico podrá:

Administrar información personal de nuevos pacientes.

Administrar el expediente completo del paciente que contendrá: antecedentes heredo-familiares, antecedentes patológicos, antecedentes personales no patológicos, vivienda, exploración física, signos vitales, padecimiento actual, alimentación, tratamiento y adicciones.

Capturar datos durante una consulta subsecuente de un paciente con hipertensión.

Ver notas capturadas por un paciente en su diario de salud.

El paciente podrá:

Visualizar sus tratamientos médicos emitidos por el médico durante una consulta.

Visualizar su expediente completo, el paciente no modificar la información de su expediente.

Agregar notas de salud: el paciente o algún familiar deberá obtener la presión arterial sistólica y diastólica del paciente con un esfigmomanómetro o con un aparato electrónico y capturarla en la aplicación, en ese momento mediante un semáforo de colores se le indicará al paciente si su presión arterial es normal (Verde), baja o alta (color amarillo), muy alta o muy baja (rojo) o si se está presentando una arritmia cardiaca (rojo intenso con parpadeo), además podrá seleccionar algunos de los siguientes síntomas: mareo, dolor de pecho, ver luces, zumbido de oídos o dolor de cabeza, podrá agregar también algún comentario adicional. Las notas de salud capturadas por el paciente pueden ser visualizadas por su médico en tiempo real.

De acuerdo al análisis de la información, se realizó una arquitectura del sistema mediante un diagrama de componente UML en el software en StarUML, también se realizaron los diagramas de caso de uso y posteriormente en un servidor se creó una base de datos del expediente médico personal en el Sistema Gestor de Base de Datos MYSQL, utilizando PHPmyAdmin.

Desarrollo de la aplicación

La aplicación móvil se desarrolló para el sistema operativo Android utilizando el entorno de desarrollo de Android Studio. De la Figura 1 a la 3 se presentan las interfaces más representativas.

Inicio de sesión: En la Figura 1a se puede visualizar la pantalla en donde el médico o el paciente inician sesión, de acuerdo al tipo de usuario que acceda, será el tipo

de secciones que se visualizarán. Además, si el médico no se encuentra registrado, podrá registrarse por primera vez.

Opciones que visualiza un médico: En la Figura 1b se visualiza la pantalla de las opciones que tiene disponible un médico con un paciente registrado, las cuales son: ver datos personales del paciente, consulta, ver expediente completo y ver notas de salud.

Figura 1. Pantallas de la aplicación móvil: a) inicio de sesión; b) opciones del médico.



Fuente: elaboración propia.

Consulta médica: En la Figura 2a se visualiza la pantalla en donde el médico durante una visita subsecuente captura la información de un paciente con hipertensión. La información que puede capturar es peso, talla, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, síntomas, diagnóstico y tratamiento, además se puede obtener el IMC de acuerdo al peso capturado.

Visualización de las notas de salud por parte del médico: En la Figura 2b se puede visualizar la pantalla en donde el médico puede visualizar las notas del diario de salud que capturó el paciente, se presenta un histórico de todas las notas que ha agregado el paciente empezando por la nota que haya sido capturada en la fecha más reciente.

Figura 2. Pantallas de la aplicación móvil del médico: a) consulta; b) notas de salud.

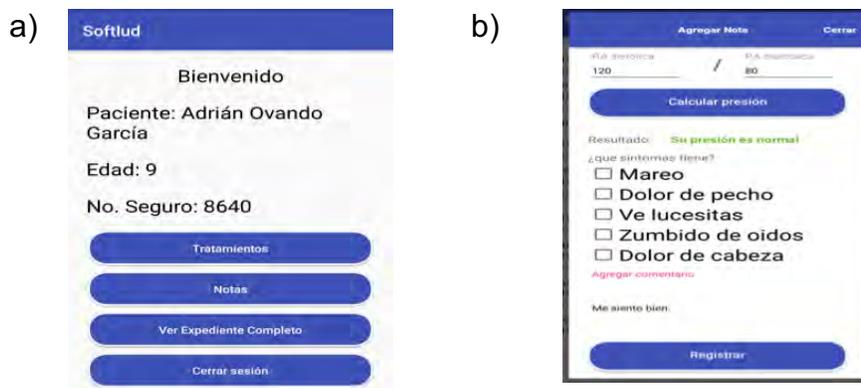


Fuente: elaboración propia.

Opciones que visualiza un paciente: En la Figura 3a se muestra la pantalla de las opciones que tiene disponible un paciente, las cuales son: ver datos personales del paciente, consulta, ver expediente completo y ver notas de salud.

Agregar notas de salud por parte del paciente: En la Figura 3b se visualiza la pantalla en donde el paciente puede agregar sus notas de salud. Se ejemplifica que el paciente introduce una presión arterial sistólica de 120 y una presión arterial diastólica de 80, entonces la aplicación le indica como resultado que su presión es normal. Adicionalmente el paciente puede seleccionar una serie de síntomas y agregar algún comentario adicional.

Figura 3. Pantallas de la aplicación móvil del paciente: a) opciones; b) captura nota de salud.



Fuente: elaboración propia.

Se realizó un experimento de evaluación durante 15 días para conocer las percepciones de los médicos y pacientes respecto a los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso de la aplicación, estos factores son los mismos que se tomaron en cuenta para realizar las preguntas de investigación. La muestra seleccionada fueron 5 médicos que trabajan en 2 centros de salud y 50 pacientes entre los 2 centros.

Primeramente, se les proporcionó una capacitación sobre el uso de la aplicación tanto a médicos como pacientes, además en el caso de pacientes y familiares se les explicó la manera correcta de tomar la presión arterial desde sus hogares.

Se preparó un escenario en donde previamente se registraron los 5 médicos en la base de datos del sistema, se le agregaron 9 pacientes a cada médico para que ya tuvieran información precargada.

Posteriormente, los médicos realizaron las siguientes actividades:

- Alta a un nuevo paciente.
- Visualizaron los datos de un paciente.
- Buscaron a un paciente.
- Agregaron antecedentes patológicos y no patológicos del nuevo paciente.
- Agregaron información de una consulta médica.

Visualizaron las notas de salud de un paciente precargado.

Los pacientes realizaron las siguientes actividades:

Visualizaron sus tratamientos asignados durante una consulta médica.

Visualizaron su expediente médico.

Tomaron su presión arterial en 2 ocasiones y la registraron en sus notas de salud.

Al término de las actividades se aplicó una encuesta a cada uno de los médicos y pacientes, con una duración aproximada de quince minutos. Las respuestas de cada una de las preguntas fueron con una escala Likert de 5 niveles, con opciones de completamente de acuerdo (5), de acuerdo (4), neutral (3), en desacuerdo (2) y completamente en desacuerdo (1).

Los resultados de cada una de las encuestas fueron capturados en el software estadístico SPSS, mismos que son presentados en la siguiente sección.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados

Los datos estadísticos que se generaron en el software SPSS fueron la media, desviación estándar y coeficiente de variación. En el Cuadro 1 se muestra el resumen de los resultados estadísticos obtenidos en la encuesta aplicada a los 5 médicos.

Cuadro 1. Resultados de los factores evaluados por los médicos.

Factor Evaluado	Estadístico	
	Promedio	Coeficiente
Utilidad	4.9±0.22	4 %
Facilidad de uso	4.60±0.54	11 %
Intención de uso	4.9±0.22	4 %

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 2 se muestra el resumen de los resultados estadísticos obtenidos en la encuesta aplicada a los 50 pacientes.

Cuadro 2. Resultados de los factores evaluados por los pacientes.

Factor Evaluado	Estadístico	
	Promedio	Coeficiente
Utilidad	4.8±0.44	9 %
Facilidad de uso	4.6±0.54	11 %
Intención de uso	4.9±0.22	4 %

Fuente: elaboración propia

Tomando en cuenta los estadísticos obtenidos tanto por parte de los médicos como por parte de los pacientes, se realizó un análisis para interpretar los resultados.

### DISCUSIÓN

Factor de utilidad de médicos y pacientes.

El promedio del factor de utilidad por parte de los médicos fue de 4.9 (Cuadro 1), un valor en el rango entre 5 (totalmente de acuerdo) y 4 (de acuerdo), con una desviación estándar de 0.22 y un coeficiente de variación del 4%, tanto la desviación como el coeficiente son valores pequeños respecto al promedio, por lo cual el promedio se acepta como válido para decir que la aplicación móvil para pacientes con hipertensión es útil para los médicos. Respecto a los pacientes, el promedio del

factor de utilidad fue de 4.8 (Cuadro 2), con una desviación estándar de 0.44 y un coeficiente de variación del 9%, siendo la desviación y el coeficiente valores pequeños respecto al promedio, por lo cual el promedio se acepta como válido para decir que la aplicación móvil para pacientes con hipertensión es también es útil para los pacientes.

En Villarreal (2018) la utilidad fue evaluada solo considerando que la aplicación cumpliera los requisitos para los que fue hecho, sin embargo, en el estudio de este artículo la utilidad se evalúa también desde la percepción de los usuarios, además que se evalúa el factor de facilidad e intención de uso. Los resultados presentados corroboran lo dicho por Baldessar (2019), en que las nuevas tecnologías pueden ayudar a obtener un mejor control de la hipertensión, mejorando el acompañamiento de los pacientes. Asimismo, este tipo de estudios fortalece lo dicho por Curioso (2014) cuando menciona que, en el área clínica, las tecnologías móviles posibilitan un diagnóstico temprano, lo que resulta en un mejor control de estas enfermedades. Factor de facilidad de uso de médicos y pacientes.

El promedio del factor de facilidad de uso tanto para médicos (Cuadro 1) como para pacientes (Cuadro2) fue de 4.6, siendo un valor en el rango entre 5 (totalmente de acuerdo) y 4 (de acuerdo), con una desviación estándar de 0.54 y un coeficiente de variación del 11%, la desviación y el coeficiente son valores pequeños respecto al promedio, por lo cual el promedio se acepta como válido para decir que los médicos y pacientes consideran que la aplicación móvil para pacientes con hipertensión es fácil de usar.

Uno de los factores de la percepción favorable de facilidad de uso tanto de médicos como pacientes, se debe a que se tuvo como base al usuario para la obtención de requisitos, tal como lo hizo Davies (2016). Es interesante observar que aun cuando existen muchas aplicaciones para el área de la salud, la facilidad de uso por parte de los usuarios es poco evaluada, concordando con el estudio presentado por Linares et. al., (2017) cuando menciona que la evidencia científica acerca de los mismos es escasa y de baja calidad, siendo necesarios estudios posteriores para las validaciones, así como una regulación por parte de organismos acerca de su uso.

Otro factor para la percepción favorable de la facilidad de uso es que se utilizó la metodología ágil XP, ya que como menciona Amaya (2013), las metodologías ágiles son una excelente alternativa para guiar proyectos de desarrollo de software de tamaño reducido, como es el caso de las aplicaciones para dispositivos móviles, gracias a la gran facilidad de adaptación que poseen.

Los resultados de facilidad de uso fueron favorables, sin embargo, se recomienda evaluar la aplicación con el Framework FUsaM (Framework de usabilidad móvil) que es extensible y permite generar e integrar pruebas de usabilidad en aplicaciones móviles (Enríquez, 2016).

Factor de intención de uso de médicos y pacientes.

El promedio del factor de intención de uso tanto para médicos (Cuadro 1) como para pacientes (Cuadro2) fue de 4.9, siendo un valor en el rango entre 5 (totalmente de acuerdo) y 4 (de acuerdo), con una desviación estándar de 0.22 y un coeficiente de variación del 4%, la desviación y el coeficiente son valores pequeños respecto al promedio, por lo cual el promedio se acepta como válido para decir que los médicos y pacientes tienen la intención de usar la aplicación móvil como herramienta de apoyo en el seguimiento de pacientes con hipertensión.

De igual manera que en Villarreal (2018), el aporte principal de este estudio no radica en la aplicación como tal, sino en la posibilidad de manejar los datos obtenidos por sus usuarios para la toma de decisiones en el sector salud. Aprovechando que el uso de los dispositivos móviles está en crecimiento, y cada vez más se emplean en distintos ámbitos para ayudar a los ciudadanos (Ruiz et. al., 2015).

Los resultados de facilidad de uso concuerdan con estudios realizados en (Alfonso et. al., 2017), (Coulter et. al., 2015), (Nielsen, 2017), (Patel, 2016), ya que uno de los aspectos importantes para que los usuarios tengan la intención de usar la aplicación es la capacitación en el uso de la aplicación y la educación proporcionada a los pacientes hipertensos en el control de la enfermedad y en la medición de la presión arterial.

Los resultados también resaltan la importancia de realizar Monitorización Ambulatoria de la Presión Arterial dentro del estudio en pacientes con factores de

riesgo de desarrollar Hipertensión Arterial a fin de detectar en forma precoz alteraciones y realizar un manejo y seguimiento estrecho (Solís et. al., 2018). Este estudio concuerda con Cingi et. al. (2015), ya que también se demostró impacto considerable en los resultados de salud.

Finalmente, con el fin de fortalecer la intención de uso de las aplicaciones móviles, tomando como base los resultados de este estudio se recomienda lo hecho por (Cerón, et. al., 2018), de integrar diversos medios de acceso a la información de salud de los pacientes.

### **CONCLUSIONES**

Se desarrolló y evaluó una aplicación móvil de un expediente médico personal para pacientes con hipertensión. Las preguntas de investigación se contestaron satisfactoriamente ya que, en los resultados obtenidos de los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso de la aplicación, existió aceptación tanto por los médicos como por los pacientes, considerando que la aplicación móvil puede contribuir en el seguimiento y control de pacientes con hipertensión.

Es recomendable que los dispositivos móviles en que se use la aplicación cuenten con una pantalla de 5 pulgadas o más, ya que, de acuerdo a comentarios tanto de médicos como pacientes, sería complicado trabajar constantemente con una pantalla de dimensiones menores.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alfonso Príncipe, José Claro, Salabert Tortoló, Idalmi, Alfonso Salabert, Iria, Morales Díaz, Mariuska, García Cruz, David, & Acosta Bouso, Anilexys. (2017). La hipertensión arterial: un problema de salud internacional. *Revista Médica Electrónica*, 39(4), 987-994.
- Álvarez Sintés R. Temas de Medicina General Integral. Principales afecciones en los contextos familiar y social. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2014. IV: 1163.
- Amaya Balaguera, Y. D. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual. *Revista de Tecnología*. 12(2): 111-123.
- Arnolt, M.A. (2003) ¿Como hago el diagnostico de Hipertensión Arterial? <http://www.fac.org.ar/tcvc/llave/c071/arnolt.PDF>.)
- Baldessar-Méndez, C., Chiodelli-Salum, N., Junkes, C., Nazareth, A. L., y López-Méndez, C. M. (2019). Aplicativo móvil educativo y de follow up para pacientes con enfermedad arterial periférica\*. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 27, e3122.
- Beck, K. 2000. "Extreme Programming Explained. Embrace Change", Pearson Education. Traducido al español como: "Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio", Addison Wesley.
- Castro-Gómez, S. 2014. Consulta de expediente médico en línea a través de las plataformas Java y Android. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 111 p.
- Cerón, Jesús D., López, Diego M., Urbano, Lorena, Álvarez-Rosero, Rosa E., & Muñoz-Benítez, Sulma. (2018). Estrategias basadas en tecnologías de la información y la comunicación para la reducción de factores de riesgo cardiovascular en personas laboralmente activas. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(1), 92-100. <https://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2017.08.018>
- Cingi C., Yorgancioglu A., Cingi C.C., Oguzulgen K., Muluk N.B., Ulusoy S. (2015). The physician on call patient engagement trial (POPET): measuring the impact of a mobile patient engagement Application on health outcomes and quality of life in allergic rhinitis and asthma patients. *Int Forum Allergy Rhinol*. 5(6): 487-97.
- Coulter A, Entwistle VA, Eccles A, Ryan S, Shepperd S, Perera R. (2015). Personalised care planning for adults with chronic or long-term health conditions. *Cochrane Database Syst Rev*. 3(3): CD010523.
- Curioso WH. (2014). Salud móvil en atención primaria. En: Carnicero J, Fernández A, Rojas D; Naciones Unidas. Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. Aplicaciones de las TIC a la atención primaria de salud. Santiago de Chile: Naciones Unidas; 2014. p. 299-314.

- Enríquez, Juan G., Casas, Sandra I. (2016). FUsaM: Framework, con base en una SPL, para la medición de usabilidad en aplicaciones móviles. *Revista UNICIENCIA*. 30(2): 31-45.
- Fuentes-Penna, A., J. Ruiz-Vanoye. 2013. Propuesta de una arquitectura informática para integrar la información de los derecho-habientes en un expediente clínico electrónico integral. *Revista MHSalud* 10(1): 1-14.
- García, F. (2018). INGENIERÍA DE SOFTWARE I. Departamento de Informática y Automática Universidad de Salamanca Sitio web: [https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1142/1/IS\\_I%20Tema%203%20-%20Modelos%20de%20Proceso.pdf](https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1142/1/IS_I%20Tema%203%20-%20Modelos%20de%20Proceso.pdf)
- Linares-del Rey, M., Vela-Desojo, L., Cano-de la Cuerda, R. (2019). Aplicaciones móviles en la enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática. *Revista Neurología*. 34(1): 38-54.
- Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2013; 34:2159-219.
- Nielsen, M., y Villarreal, V. (2017). Diseño y desarrollo de una aplicación móvil que facilite el seguimiento y control de pacientes hipertensos en Panamá. *Memoria Congreso UTP*, 54-62.
- NOM. 2012. NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5272787](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787). (Consultado: 11/01/2018)
- OMS. 2015. Preguntas y Respuestas sobre la hipertensión. <https://www.who.int/features/qa/82/es/> (Consultado: 11/01/2018)
- Patel, P., Ordunez, P., DiPette, D., Escobar, M.C., Hassell, T., Wyss, F., Hennis, A., Asma, S., Angell, S. (2016). For the Standardized Hypertension Treatment and Prevention Network. Improved Blood Pressure Control to Reduce Cardiovascular Disease Morbidity and Mortality: The Standardized Hypertension Treatment and Prevention Project. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 18(12):1284–1294.
- PROY. 2017. Normal Oficial Mexicana de la Hipertensión. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5480159&fecha=19/04/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5480159&fecha=19/04/2017) (Consultado: 11/01/2018)
- Ruiz, E.F., Proaño, A., Ponce, O.J., Curioso, W.H. (2015). Tecnologías móviles para la salud pública en el Perú: lecciones aprendidas. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 32: 364-372.

- SaludTotal. 2017. Salud Total Expediente Clínico. <https://play.google.com/store/apps/details?id=mx.saludtotal.expediente&hl=es> (Consultado: 11/03/2017).
- Solarte, G. 2015. Historia clínica electrónica desde un dispositivo móvil. <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/9255/8151> (Consultado: 13/01/2018).
- SSA. 2018. Tu puedes hacer mucho para prevenir la hipertensión. <https://www.gob.mx/salud/articulos/tu-puedes-hacer-mucho-para-prevenir-la-hipertension?idiom=es>. (Consultado: 10/01/2018)
- Sánchez-Guerra, J., López y López, G., García Jiménez, S., Ávila Jiménez, L., Gómez Galicia, D., Carreras Olivares, B., & Toledano-Jaimes, C. (2018). Impacto de un programa piloto de seguimiento farmacoterapéutico sobre el control de la presión arterial de pacientes ambulatorios hipertensos y con síndrome metabólico en México. *Pharmaceutical Care España*, 20(1), *Pharm Care Esp.*; 20(1): 3-26.
- Sánchez-Prieto, J., Sabatel, F., Villarrubia Mendez, Divisón, G., Garcia Donaire, J.A., Rodríguez Padial, L. (2018). Control de la presión arterial mediante el uso de una aplicación para teléfono inteligente con estrategia de retroalimentación y competitividad. Proyecto Control HTApp, *Medicina de Familia. SEMERGEN*. 44(1): 30-36.
- Solís, A., Cerda, J., y González, Claudia. (2018). Monitorización ambulatoria de presión arterial en escolares con antecedente de prematuridad extrema. *Revista chilena de pediatría*, 89(1): 18-23.
- Tagle, R. (2018) Diagnóstico de hipertensión arterial. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 29(1): 12-20.
- Villarreal-Contreras, V. y Nielsen-Pimentel, M. I. (2018). "Implementación de una aplicación móvil para facilitar el autocontrol de la hipertensión en Panamá", *Revista Ingeniería Solidaria*, 14(24).

# OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN DE UN MOVILIZADOR DE RODILLA APLICANDO LA LEY CONSTRUCTUAL

IRVING MAURICIO LECONA LICONA<sup>1</sup>, ERNESTO MARTÍNEZ REYES<sup>2</sup>, ADOLFO QUIROZ RODRÍGUEZ<sup>3</sup>, Joel HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ<sup>4</sup>

## RESUMEN

**Objetivos:** Aplicar la ley constructual para el análisis y diseño de un movilizador para rodilla, que contenga un bajo coeficiente de fricción para su geometría.

**Metodología:** Se analizaron los eslabones y articulaciones existen en el mecanismo, los grados de libertad se determinaron con criterios de Gruebler. Para las restricciones de frontera se consideró la parte superior del fémur como un eslabón empotrado. Además, se realizó el análisis constructual mediante las leyes de Bejan y de fricción mediante el modelo de Rabinovich.

Al analizar como mecanismo de dos barras y eslabones los ángulos se determinaron por el criterio de Gruebler, posteriormente se determinó cuanta energía se puede optimizar con respecto al contacto de dos superficies friccionantes.

**Contribución:** Optimizar la geometría del movilizador mediante la ley constructual y aplicando los criterios de rabinovich en un sistema mecánico, ese mecanismo proporcionara movimientos lentos y precisos, de esa forma se pueden obtener movimientos eficientes y así poder evaluar sus movimientos

**Palabras clave:** Optimizar, Diseño, constructual, Rabinovich.

## ABSTRACT

**Objectives:** Application of the constructal law for the analysis and design of a knee mobilizer, and containing a low coefficient of friction for its geometry.

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) [irving.lecona@utxicotepec.edu.mx](mailto:irving.lecona@utxicotepec.edu.mx)

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) [martinez.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:martinez.ernesto@inifap.gob.mx)

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) [adolfo.quiroz@utxicotepec.edu.mx](mailto:adolfo.quiroz@utxicotepec.edu.mx)

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) [vector.jhv@gmail.com](mailto:vector.jhv@gmail.com)

**Methodology:** The links and joints existing in the mechanism were analyzed, the degrees of freedom were determined with Gruebler criteria. For border restrictions, the upper part of the femur is considered as a recessed link. In addition, the constructive analysis was carried out by means of Bejan's laws and of friction by means of the Rabinovich model.

When analyzing as a mechanism of two bars and links, the angles are determined by Gruebler's criteria, then it is determined how much energy can be modified with respect to the contact of two friction surfaces.

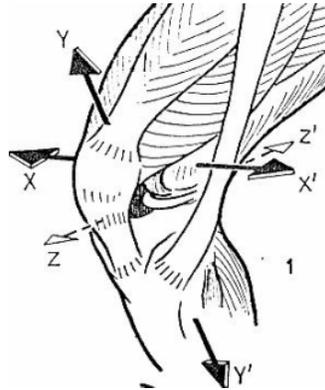
**Contribution:** The geometry of the mobilizer by means of the constructive law and the application of the rabinovich criteria in a mechanical system, that mechanism provides slow and precise movements, that way efficient movements can be obtained and thus be able to evaluate their movements

**Keywords** Optimize, Design, constructal, Rabinovich

## **INTRODUCCIÓN**

Las estadísticas demuestran que existe una tendencia mundial de aumento de casos después de un accidente en personas más jóvenes o de cirugías en personas adultas, quienes realizan movimientos amplios y mecánicamente más exigentes que aquellos de ancianos [1,2]. De éstos, alrededor del 4.5% de las mujeres y 2.1% de los hombres, presentan síntomas que los convierten en candidatos a tener poca movilidad de rodilla [3,4], adicionalmente a aquellas personas con afecciones en otras articulaciones; incluso se tienen estudios que demuestran que los países desarrollados gastan alrededor del 1.2% del producto interno bruto en enfermedades relacionadas con los temas de rodilla o tobillo [5,6,2], sin embargo, es más rentable que tener a un sector importante de la población económicamente inactivo y de baja calidad de vida [7 – 11], como puede observarse en la Figura 1.

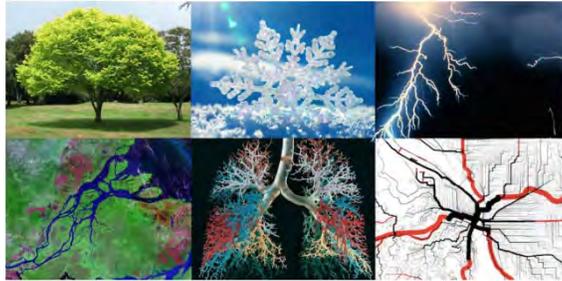
Figura 13. Planos anatómicos del cuerpo humano y ejes de movimientos de la rodilla, este último en vista interna en semiflexión [2].



Aunque en los primeros estudios sobre causas de falla del diseño, no se relacionó el desgaste de los componentes con el aflojamiento del movimiento. Los primeros se fabricaron en materiales improvisados, mientras que otro se fabrica de polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM) [2]. Los problemas que se presentan en este diseño son: alta concentración de esfuerzos de un punto, alto coeficiente de fricción y bajo coeficiente de amortiguamiento, los cuales son las principales causas del desgaste en sus eslabones; además, los esfuerzos de blindaje, el cual promueve el desgaste de los elementos por falta de estímulo mecánico. El tema que más atención capta, de los problemas mencionados, es la solución a los esfuerzos de contacto, en el cual se ha trabajado particularmente en la optimización de la geometría y la modificación del área de contacto [6].

Algunas propiedades que pueden mejorarse sensiblemente en los diseños son: resistencia mecánica, rigidez, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, peso, aislamiento térmico y acústico, amortiguamiento, entre otras. En este trabajo se aplicaron las teorías para la determinación del diseño efectivo del rehabilitador para resolver los problemas que llevan a la falla de un accidente o cirugía, a través del diseño de la arquitectura movilizador de rodilla y tobillo. El objetivo general es el desarrollo de un diseño de rehabilitador con alto coeficiente de amortiguamiento y bajo coeficiente de fricción para optimización de movimientos [9,2].

Figura 2. Sistemas naturales con geometrías fracturales optimizadas en flujos  
[12]



Se describe la evolución tecnológica de los rehabilitadores de rodilla y tobillo desde los primeros diseños hasta los modelos que actualmente se usan. Se destaca la importancia de la geometría y la cinemática de la articulación sobre el éxito del diseño, el uso de diferentes materiales y las principales causas de falla a lo largo de su desarrollo [10,2,8]. De igual manera se describe el diagnóstico de los modelos actuales, los cuales se evalúan numérica y experimentalmente para predecir su desempeño

## 2. Formulación

### 2.1 Teoría Constructal

El principio de la Ley Constructal fue establecido por Bejan en 1996. Explica de manera simple la complejidad de las formas que surgen en la naturaleza, esta teoría permite el diseño y la comprensión de sistemas naturales y así poder predecir los fenómenos de la naturaleza y hacer un adecuado análisis de lo que se está diseñando [12].

La ley constructal establece que: para que un sistema de flujo de tamaño finito persista en el tiempo (para vivir) debe evolucionar de tal manera que facilite el acceso a sus corrientes. Esta ley es predictiva en todos los planos, en sistemas inanimados, animados y de fluidos de sistemas como se hace la comparación en la Figura 2 [12].

WechsatoI, et al. [13], reportaron una red geométrica generadas por la teoría constructal en un cuerpo de forma específica, tanto para la distribución de fluidos como para el transporte de calor de un volumen finito. Ojeda, J. et al. [15] reportaron la aplicación de la teoría constructal para el enfriamiento de un volumen de forma

de disco, desde la periferia al centro del disco, con un elemento de generación de calor mediante una red, considerando un primer elemento fundamental cilíndrico. El efecto del tiempo en los principios de optimización de la teoría constructual como observamos en la Figura 3, fue reportado por Dan, N. et al. [11,12], donde estudiaron el problema de enfriamiento de un volumen con generación de calor, mediante una red de un material de mayor conductividad que conduce la energía colectada de todo el elemento a un punto de desalojo de calor. El modelo simplificado de Phan-Thien & Tanner fue reportado por Oliveira, O. et al. [13], donde desarrollan las ecuaciones a partir de la ley constructual para el flujo de un fluido no newtoniano en canales y tuberías; definiendo las relaciones del esfuerzo cortante en función del número adimensional de Deborah y el parámetro de elongación, parámetro característico del modelo reológico.

Figura 3. Comparación de dos sistemas naturales que respetan la geometría constructual en (a) un árbol y en (b) un rayo [13]

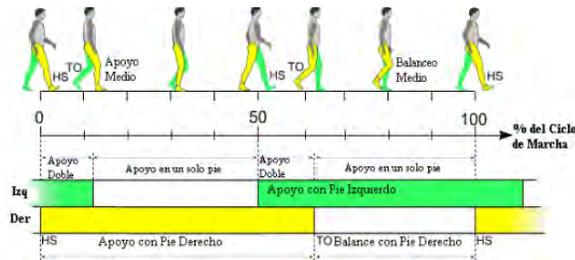


Este modelo numérico que se presenta a continuación se desarrolló para describir la generación de entropía y de fricción en el contacto de las uniones con los eslabones, tomando en cuenta en que el análisis entre los elementos de los eslabones presente un comportamiento friccionante [14,15].

## 2.2. Biomecánica de la Articulación de la Rodilla

### 2.2.1 Ciclo de Marcha

Figura 4. Un ciclo de marcha: HS (heel strike) – contacto del talón con el piso, TO (toe off) – El pie se separa del piso [



La marcha es la forma de locomoción que se logra por medio de la sincronización de todas las extremidades y la actividad más común de marcha es caminar. Las características de la marcha se encuentran influenciadas por la forma, posición y función de las estructuras neuromusculares y musculo esqueléticas, así como por las restricciones ligamentosas y capsulares de las articulaciones. La determinación de movimientos precisos de la rodilla a través del ciclo de marcha es el objetivo principal de muchos investigadores [16, 2]. La Fortune [18] reportó los movimientos de la rodilla durante un ciclo completo de marcha. El ciclo de marcha se define como el periodo desde el contacto del talón de un pie con el suelo hasta el siguiente contacto del talón del mismo pie. Este ciclo se puede dividir en dos partes: fase de apoyo y fase de balanceo. En promedio, el ciclo de marcha tiene un periodo de 1 segundo; la fase de apoyo consume el 60% del tiempo y el resto, la fase de balanceo [19,2]. La fase de apoyo puede a su vez dividirse en apoyo inicial doble, seguida de un periodo de apoyo en un solo pie y entonces un periodo final de postura doble (Figura 4) [21].

Figura 5. Flexión de la rodilla durante el ciclo de marcha. [2].

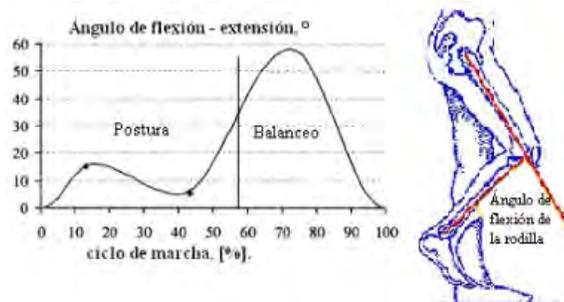
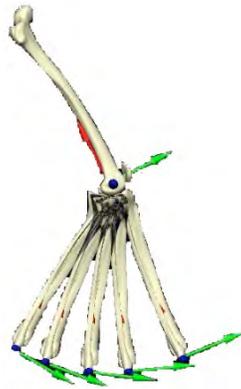


Figura 6. Movimientos de la rodilla [modificada de [16,2] y movimiento de la tibia sobre los cóndilos del fémur en un movimiento de traslación – rotación combinados



En la figura 5 se nota que existe un apoyo en ambos pies durante cerca del 25% del ciclo de marcha, el resto ocurre con el apoyo en un solo pie. En la articulación de la rodilla se forman dos picos de flexión: uno de  $16^\circ$  durante la fase de apoyo y otro de alrededor de  $60^\circ$ , los cuales permiten que el pie supere las irregularidades del terreno (Figura 5). La flexión en la fase de balanceo se continúa por una extensión que termina justo antes de que el talón toque el suelo [16, 2].

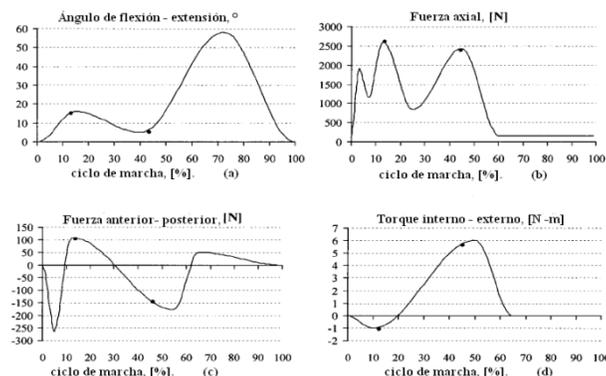
El ángulo de flexión en la fase de apoyo puede incrementarse con la velocidad de marcha, pero nunca alcanza valores mayores a la flexión en la fase de balanceo ( $60^\circ$ ); por su parte, la flexión en fase de balanceo puede variar de acuerdo con la actividad: puede ser mayor en terrenos irregulares o al caminar por escaleras, y puede disminuir en aquellas personas con rigidez en las articulaciones de la cadera o tobillo [2].

### 2.2.2 Cinemática y Cargas en la Articulación.

La articulación de la rodilla no es una articulación de bisagra pura, sino que se mueve con un conjunto complejo de translaciones y rotaciones. Se trata de una articulación bicondilar modificada con 6 grados de libertad movimiento durante actividades dinámicas. Estos 6 grados de movimiento consisten de 3 rotaciones (flexión – extensión, rotación interna – externa, adducción – abducción), y 3 translaciones (anterior-posterior, medial – lateral y compresión – distensión, como se muestra en la Figura 6.

El conocimiento de los movimientos y la forma en que interactúan las superficies de los componentes femoral y tibial del rehabilitador de rodilla es de fundamental importancia para un correcto análisis de los factores que causan los problemas de falla del implante. Una de las fuentes que se usan con mayor frecuencia para investigaciones relacionadas con la cinemática y cargas en la articulación de la rodilla es la norma ISO 14243. Ésta especifica el movimiento angular entre los componentes articulares, los patrones de la fuerza aplicada, velocidad y duración de la prueba, configuración y ambiente de la muestra para aplicarse en pruebas de desgaste de las prótesis totales de rodilla [25]. Las curvas de desplazamiento y cargas en la articulación se muestran en la figura 7. En ésta se pueden observar los 4 parámetros fundamentales para simuladores de desgaste, en función del porcentaje del ciclo de marcha, a partir de la posición completamente erguida con ambos pies tocando el suelo [24]. En la Figura 6, en el inciso (a) se muestra la gráfica de ángulo de flexión para el ciclo de marcha, en el que se puede observar que se alcanzan dos picos de flexión en 12 y 70%, con 15° y 70° respectivamente. En las gráficas de los incisos (b), (c), y (d), se muestran las curvas de carga sobre la articulación de la rodilla [2]. En se pueden observar puntos resaltados, los cuales indican el momento en que ocurren los dos picos de máxima carga axial, la cual se combina con las cargas en la dirección del movimiento (b) y con el torque interno – externo.

Figura 7 variación de (a) ángulo de flexión extensión de fuerza



Los puntos resaltados en las 4 gráficas de la Figura 7 están en 12 y 42% del ciclo de marcha, y señalan los puntos críticos de carga axial, la cual alcanza los valores

más altos de las tres cargas consideradas, alrededor de 2500 N para una persona promedio. La carga axial en la articulación genera la compresión de los componentes; la fuerza anterior – posterior genera el deslizamiento y el torque interno – externo es responsable del movimiento rotación interna – externa de la rodilla.

## ANÁLISIS CONCEPTUAL

### 3.1 Deformación elástica

Para la deformación elástica se consideró la fuerza normal del contacto elástico de Hertz que existen en el contacto de las uniones, en la que se produce una deformación que es proporcional a la carga que se aplica entre una aspereza de radio R y un semiplano.

Sustituyendo la ecuación de la deformación elástica, multiplicamos por el desplazamiento que genera, sustituyendo en la penetración por aspereza y al simplificar se tiene la forma final para la energía de deformación elástica como se observa en la ecuación (1):

$$E_{de} = \frac{8}{15} \frac{1}{E^* R^{\frac{1}{2}}} \left( \frac{3W_T}{4N_{asp}} \right)^{\frac{5}{3}} \quad (1)$$

### 3.2 Fricción y Adhesión

En general, la fricción a nivel microscópico es un fenómeno que se compone de tres contribuciones: adhesión interfacial entre asperezas en contacto, acción cortante y la deformación durante el movimiento relativo [22].

En la ecuación (2) Rabinowicz plantea que la fricción se produce por fuerzas tangenciales transmitidas a través del contacto, cuando las superficies son presionadas a través de una fuerza normal [23].

$$\mu = \frac{\tau}{H_m - \frac{2W_{ab}^* \cot \theta}{r_{ab}}} \quad (2)$$

### 3.3 Energía Térmica

Para la disipación de energía mediante calor se consideró que la energía térmica que se libera es proporcional a la velocidad con que se desliza un cuerpo sobre otro como se describe en la ecuación (3) [25].

$$\mu = \frac{E_d}{4N_{asp}} \quad (3)$$

Donde  $E_d$  es la energía Térmica,  $P$  es la carga que se aplica y  $\delta_0$  es el desplazamiento, después de una sustitución de términos como en la ecuación (4) [24].

$$E_T = \frac{\mu_a W_T}{4N_{asp}} \quad (4)$$

### 3.4 Temperatura Superficial

Cuando dos superficies sólidas se ponen en contacto bajo una carga, el área de contacto real que estas presentan por lo general es mucho menor que el área geométrica. Por tal motivo la adhesión de la interfaz de la superficie se ve afectada por el área real de contacto, la cual está en función de la carga normal, rugosidades de la superficie y propiedades mecánicas como nos lo describe en la ecuación (5). Cuando un enlace es formado entre dos materiales con energía de superficie y, respectivamente, la energía de superficie de la interface por unidad de área cambia a. Este cambio de energía o trabajo de adhesión por unidad de área, puede expresarse la temperatura superficial promedio como:

$$T = \frac{Q_i}{\pi(r_{com}^3 k_T \rho C_\rho v_i)^{1/2}} \quad (5)$$

### 3.5 Entropía en Uniones de Contacto

Para la comprensión de los efectos que provoca el calor friccionante en los materiales que soportan el rozamiento, se recurre convencionalmente a la primera Ley de la Termodinámica, a fin de calcular la máxima temperatura que las superficies pueden tolerar antes del deterioro irreversible. Esto implica que las energías almacenadas en el sistema se desprecien y que la razón de generación de calor por fricción que según Tian y Kennedy, la consideración de resistencia al flujo de calor se puede aplicar al calentamiento por fricción [22].

A partir de la primera ley de la termodinámica se exprese como:

$$\dot{Q} - \dot{W} = 0 \quad (6)$$

Al sustituir (6) con  $v\mu N$  y despejando se obtiene el calor generado por fricción por unidad de tiempo y se expresa como:

$$Q = \mu N v \quad (7)$$

Para el cálculo y desarrollo matemático de la generación de entropía en el contacto de las uniones, debemos de hacer primero el análisis del fenómeno que está ocurriendo, recordando que, en un material al ser deformado por la fuerza aplicada, el trabajo desarrollado en deformarlo, de acuerdo al primer principio de la termodinámica, es igual a la energía contenida en este más el calor disipado a causa de las deformaciones [23].

Partiendo de la entropía por transferencia de calor generada por fricción entre dos superficies, despejando las ecuaciones (1) y la (4) resolviendo para (7) resumiendo (5), igualando las ecuaciones y despejando la entropía queda.

$$S = \frac{\frac{8}{15} \frac{1}{E^{2/3} R^{1/3}} \left( \frac{3W_T}{4N_{asp}} \right)^{5/3} + \frac{\mu_a W_{adh}}{4N_{asp}} + \mu N v}{\pi^2 r_{com}^3 k_T \rho C_\rho v T} \quad (8)$$

Con la ecuación (8) se determinará la generación de entropía que existe entre la unión de los eslabones, así sabemos cuánta energía útil existe y cuánta energía es la que se transforma.

### MODELO CONCEPTUAL

Con base al análisis de la teoría constructual aplicada que presenta la geometría optimizada. Otro factor de importancia a ser considerado en el diseño son las propiedades mecánicas de los materiales para conocer la interacción del sistema. Los elementos en los que se centra el análisis son aquellos donde se produce un contacto directo durante el proceso de la rehabilitación, en este caso la concentración de esfuerzos que existen en las uniones con los eslabones.

En la Tabla 1 se muestran los valores mecánicos del acero y del aluminio que han servido para desarrollar el cálculo y el análisis del auxiliar del movimiento.

Tabla 1. Valores de los materiales utilizados en el análisis

**TABLA 1** Propiedades físicas de algunos materiales de ingeniería  
 Datos provenientes de varias fuentes. \* Estas propiedades son esencialmente similares para todas las aleaciones del material específico

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Razón de Poisson $\nu$	Peso específico $\gamma$	Densidad de masa $\rho$	Gravedad específica
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa				
Aleación de aluminio	10.4	71.7	3.9	26.8	0.34	0.10	2.8	2.8
Cobre al berilio	18.5	127.6	7.2	49.4	0.29	0.30	8.3	8.3
Latón, bronce	16.0	110.3	6.0	41.5	0.33	0.31	8.6	8.6
Cobre	17.5	120.7	6.5	44.7	0.35	0.32	8.9	8.9
Hierro fundido gris	15.0	103.4	5.9	40.4	0.28	0.26	7.2	7.2
Hierro fundido dúctil	24.5	168.9	9.4	65.0	0.30	0.25	6.9	6.9
Hierro fundido maleable	25.0	172.4	9.6	66.3	0.30	0.26	7.3	7.3
Aleaciones de magnesio	6.5	44.8	2.4	16.8	0.33	0.07	1.8	1.8
Aleaciones de níquel	30.0	206.8	11.5	79.6	0.30	0.30	8.3	8.3
Aceros al carbono	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de acero	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Aceros inoxidables	27.5	189.6	10.7	74.1	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de titanio	16.5	113.8	6.2	42.4	0.34	0.16	4.4	4.4
Aleaciones de zinc	12.0	82.7	4.5	31.1	0.33	0.24	6.6	6.6

\* Properties of Some Metals and Alloys, International Nickel Co., N.Y., Metals Handbook, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

#### 4.1 Geometría del Movilizador Diseñado

En el análisis inicial se hizo en el software el cual realizo cálculos para determinar la geometría del funcionamiento óptimo de los puntos de concentración de esfuerzos y posibles fallas. El cálculo y las observaciones realizadas describen que existen muchos otros modelos que respetan la geometría básica que se encuentran en diversos modelos.

Se tomaron las condiciones iniciales en las que se desarrolló el fenómeno como lo fue el material y fuerzas que actúan en ese instante, es decir, el medio en el que se desarrolla, algunos de los parámetros iniciales fueron en ángulos máximos, la fuerza que se aplica, velocidad y cortantes, para algunos datos de las ecuaciones se complementaron valores encontrados en artículos, con todos estos valores se resolvieron las Ecuaciones (2) y (8), se hizo un cálculo de iteraciones en un software y por cada ángulo, esto fue con la finalidad de observar cómo fue teniendo variaciones en resultados de acuerdo a las variaciones a la geometría, hasta llegar a una geometría optima y evitar fallas en el diseño.

Estos resultados son principalmente: la geometría para lograr un coeficiente pequeño que genere menos fricción y aumente la ergonomía, posteriormente se tomaron los valores de dimensiones para realizar el dibujo en SolidWorks. Se realizaron variaciones en los distintos valores, para que fuera cambiando la geometría y así, ir reduciendo el ángulo de contacto; así mismo reduciendo la fricción entre los eslabones que existen en el diseño, por lo que los ángulos

máximos se muestran en la Tabla 2, que se presentan a continuación, con rangos de °10.

Tabla 2. Valores en variación de los ángulos de contacto junto con la fricción generada

radh =	FR=	radh =	FR=
4.6255e-07	0.2139	2.5931e-07	0.0672
4.3858e-07	0.1924	2.4966e-07	0.0623
4.1670e-07	0.1736	2.4051e-07	0.0578
3.9663e-07	0.1573	2.3180e-07	0.0537
3.7815e-07	0.1430	2.2350e-07	0.0500
3.6106e-07	0.1304	2.1557e-07	0.0465
3.4521e-07	0.1192	2.0799e-07	0.0433
3.3045e-07	0.1092	2.0074e-07	0.0403
3.1667e-07	0.1003	1.9377e-07	0.0375
3.0376e-07	0.0923	1.8709e-07	0.0350
2.9165e-07	0.0851	1.8065e-07	0.0326
2.8024e-07	0.0785	1.7446e-07	0.0304
2.6948e-07	0.0726	1.6848e-07	0.0284

De los resultados obtenemos que  $\Theta = 110^\circ$ , en la Tabla 2 y la Figura 8

Figura 8. Variación de dimensiones del movilizador



Figura 9, grafica de variación de ángulos y dimensiones del movilizador

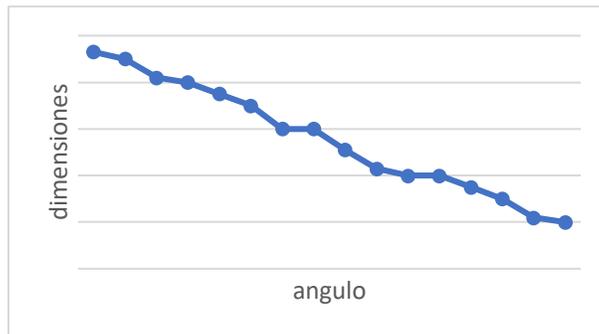
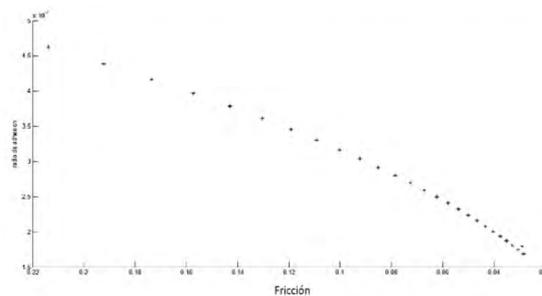


Tabla 3. Valores en variación de los ángulos de contacto junto con la fricción generada

Fricción	Entropía (j/g°C)	Fricción	Entropía (j/g°C)
0.2139	0.1241	0.0672	0.0431
0.1924	0.1161	0.0623	0.0391
0.1736	0.1085	0.0578	0.0354
0.1573	0.1011	0.0537	0.0320
0.1430	0.0940	0.0500	0.0290
0.1304	0.0872	0.0465	0.0262
0.1192	0.0807	0.0433	0.0238
0.1092	0.0744	0.0403	0.0215
0.1003	0.0684	0.0375	0.0196
0.0923	0.0627	0.0350	0.0178
0.0851	0.0573	0.0326	0.0162
0.0785	0.0523	0.0304	0.0147
0.0726	0.0475	0.0284	0.0135

A medida que se varía el ángulo de contacto de los eslabones variamos el contacto de fricción que existe entre las superficies y estose puede observar en la gráfica de la Figura 10 que se obtienen la variación con el ángulo de contacto se explican las variaciones de estos ángulos.

Figura 10, Grafica de variación de ángulos y fricción del movilizador



De acuerdo con las propiedades y de las ecuaciones que se utilizaron junto con las condiciones iniciales que se tomaron, se graficó un resultado tomando en cuenta la variación de las dimensiones y los ángulos de contacto, así como la concentración de los esfuerzos para realizar un diseño optimizado como se muestra en la Figura 11.

La geometría propuesta a base del análisis para el diseño presenta un par de eslabones ajustables que se adaptan a la longitud de las extremidades. El nuevo diseño presenta las características mecánicas de un rehabilitador, pero con una

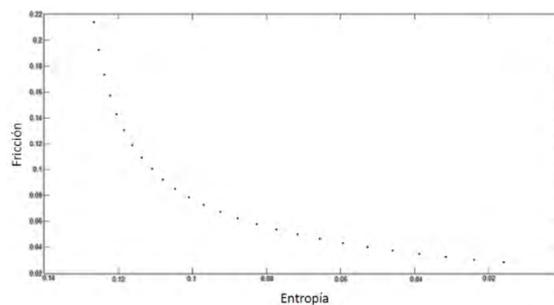
geometría optimizada, por lo que el movimiento es más suave. por lo que genera menor entropía y el diseño se observa que se optimiza.

Figura 11. Vista isométrica del movilizador diseñado



Se puede observar que a un cambio de fricción entre las superficies hubo un cambio de entropía en las superficies por lo que podemos asegurar que la geometría es optimizada debido a que se gasta menos energía para su funcionamiento como se describe en la gráfica de la Figura 12.

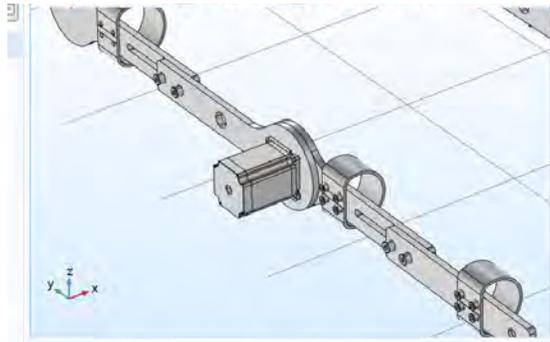
Figura 12. Grafica de variación de fricción y de entropía



### ANÁLISIS POR MÉTODO DE ELEMENTO FINITO

Se realizó el Análisis por Elemento Finito (FEA) mediante el software **Comsol** para determinar el análisis estructural y posibles fallas que pudiera ocasionar el dispositivo, como pueden observarse en la Figura 13, para este análisis solo se realizó la parte que estaba sometida a tensión y compresión debido a que consta de ser un simétrico y análisis funciona para ambos casos y solo se tomó una sección para el análisis del software

Figura 13. Vista isométrica del movilizador diseñado en consol



Posteriormente se realiza el mallado para el análisis como se observa en la Figura 14 y al final se realiza el estudio mediante Von Mises, como podemos observarlo en las Figuras 15, 16, 17 y 18 en las cuales analizamos la posible falla mecánica y en donde se aplicaría mayor esfuerzo deformación de las piezas

Figura 14. mallado del movilizador diseñado en consol

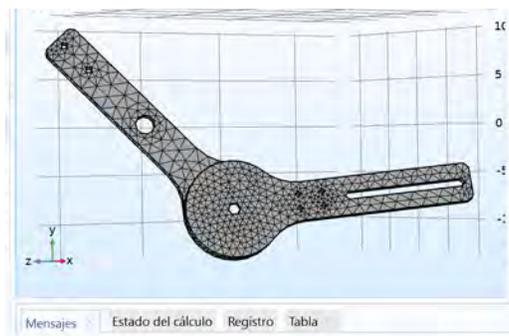


Figura 15. análisis de tensión por medio de Von Mises del movilizador

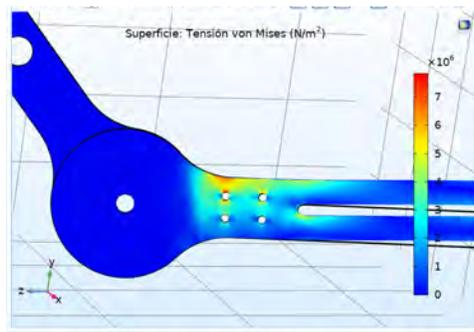


Figura 16. Vista en (z,y) análisis de tensión del movilizador diseñado por medio de Von Mises

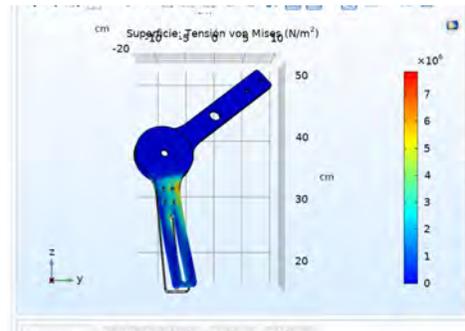


Figura 17. Vista en (y,z) análisis de tensión del movilizador diseñado por medio de Von Mises

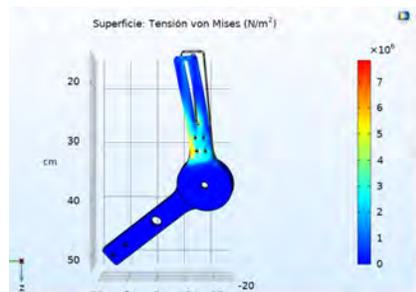
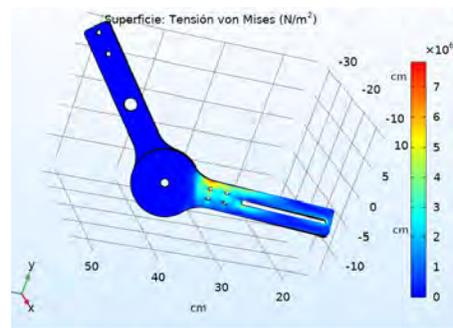


Figura 18. Vista en isométrica del análisis de tensión del movilizador diseñado por medio de Von Mises



## CONCLUSIÓN

Se realizó un nuevo diseño del rehabilitador con geometría a través de la teoría constructual. El análisis muestra una geometría eslabones optimizados, lo que da como resultado la disminución de fricción y entropía, con esto permite un esfuerzo menor para el movimiento. En este diseño constructual se observó que al variar el contacto entre la superficie de la unión con los eslabones también fue cambiando el

coeficiente de fricción de la ecuación de Rabinowicz y por lo consiguiente existió un cambio con la entropía.

Entre los parámetros que se controlaron en el proceso de fricción fueron la velocidad de esfuerzo y el ángulo de contacto de la superficie, ya que los demás términos dependen del material y del medio en el que se desarrolla el proceso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)* 86:963-974 (2004).
- Abúndez P. Arturo, Desarrollo de un Sistema Compuesto, Amortiguado y de Bajo Par Friccional para Aplicación en Prótesis de Rodilla, 2010
- Hawker GA, Wright JG, Coyte PC, Williams JI, Harvey B, Glazier R, Badley EM, Differences between men and women in the rate of use of hip and knee arthroplasty. *The New England Journal of Medicine*, 0028-4793, 2000 Apr 6, Vol. 342, Issue 14
- Tennant A, Fear J, Pickering A, Hillman M, Cutts A, Chamberlain MA. Prevalence of knee problems in the population aged 55 years and over: identifying the need for knee arthroplasty. *BMJ* volume 310 20 may 1995. pp 1291-1293.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National and state medical expenditure and lost earnings attributable to arthritis and other rheumatic conditions—United States, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2007;56:4–7.
- Lavernia CJ, Guzman JF, Gachupin-Garcia A. Cost effectiveness and quality of life in knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1997 Dec; (345):134-9 Volume 1 (345) December 1997 pp 134-139.
- Emery C. Knee replacement cost-effective for older adults. *MedPage Today*. Published: June 23, 2009
- Unidad de Gestión de Tecnología en Salud - Laboratorio de Biofísica. Análisis de rodilla. Caracas, Venezuela.
- Ilenobel J, Patterson FP. Guepar total knee prosthesis. Experience at the Vancouver General Hospital. Vol 63-B, No. 2, 1981. *The Journal of Bone and Joint Surgery*
- LaFortune MA, Cavanagh PR, Sommer HJ, Kalenak A.
- R. Georgescu , «Energy and Economic Myths,» *Southern Economic Journal*, pp. 347-381, 1975
- Wechsato, W., Lorente, S., Bejan, A., Optimal tree-shaped networks for fluid flow in a discshapedbody. *Int. J. of Heat and Mass Transfer*. 45, pp.4911-4924,2002.
- Bejan, A. Constructal theory network of conduction paths for cooling heat generating volume. *Int. J. of Heat and Mass Transfer*.40, pp.799-816,1997.
- A. Bejan, *La física de la vida: La Evolución de Todo* (St. Martin Press, Nueva York, 2016).
- A. Bejan y J.H. Marden, “teoría constructual unificador para los efectos de escala en correr, nadar y volando.

- Li LS, Zamora J, Bentley.G. The results at ten years of the Insall-Burstein II total knee replacement clinical, radiological and survivorship studies. The Journal of Bone and Joint Surgery Vol. 81-B, No. 4, July 1999.
- lenobel J, Patterson FP. Guepar total knee prosthesis. Experience at the Vancouver General Hospital. Vol 63-B, No. 2, 1981. The Journal of Bone and Joint Surgery
- Kim YH, Oh JH, Oh SH. Osteolysis around cementless porous-coated anatomic knee prosthesis. J Bone Joint Surg Br. 1995; 77:236-241.
- Ranawat CS; History of total knee replacement. J South Orthop Assoc. 2002 Winter;11(4):218-26.
- Ranawat CS, Flynn WF, Deshmukh RG. Impact of modern technique on long-term results of total condylar knee arthroplasty.; Clin Orthop Relat Res. 1994 Dec;(309):131-5
- Rodríguez JA, Bhende H, Ranawat CS. Total condylar knee replacement: a 20-year followup study.; Clin Orthop Relat Res. 2001 Jul;(388):10-7
- Rabinowicz, E., 1995 "Friction and Wear of Materials" 2nd edition, John Wiley & Sons.
- J. F. Archard Elastic Deformation and the Laws of Friction
- M. Mooney, A Theory of Large Elastic Deformation
- Carlsaw H. S., and Jaeger, J. C., 1959, "Conduction of Heat in Solid" 2nd edition, Claredon Press, Oxford.
- D. Saraoz Domínguez, entropía y coeficiente de fricción
- Bos, J., 1995 "Frictional heating of tribological contacts", university of Twente, ph.D. Thesis

---

# LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN: MOTORES DEL DESARROLLO HUMANO

CLAUDIA PATRICIA FERNÁNDEZ DE LARA ARCOS<sup>1</sup>, LIZBETH ANGÉLICA CASTAÑEDA ESCOBAR<sup>2</sup>, NELLY  
SÁNCHEZ GÓMEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

A lo largo del tiempo, el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país se ha manejado como un proceso independiente y ajeno a la innovación, generando que muchos de los avances y productos obtenidos, no generen un impacto directo en el desarrollo humano de la sociedad y en algunas ocasiones, la aplicación de la tecnología mexicana en productos ofertados en el extranjero, sin la generación de beneficios económicos a los investigadores nacionales. En este trabajo, mostramos la importancia de la aplicación de metodologías de innovación, en el desarrollo científico nacional, con la finalidad de generar beneficios económicos y sociales, como consecuencia de la introducción al mercado de bienes y servicios resultantes de proyectos de investigación científica en México.

Palabras clave: Ciencia, Innovación, Desarrollo Económico

## DESARROLLO HUMANO

El desarrollo se define como el proceso de expansión de libertades reales que disfrutan los individuos, eliminando las principales fuentes de privación de libertad como la pobreza, opresión, escasez de oportunidades económicas, limitaciones sociales y económicas, carestía de servicios públicos, intolerancia o la intervención en Estados represivos y restricciones en la participación política, económica y social de la comunidad (Sen, 2000). Las libertades humanas se clasifican en seis tipos: Las libertades fundamentales son aquellas que pueden clasificarse como elementales, pues evitan que las personas enfrenten situaciones como la inanición,

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa  
claudia.fernandezdelara@itsx.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa lizbeth.cescobar@itsx.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa nelly.sanchez@itsx.edu.mx

la desnutrición, morbilidad, mortalidad prematura. Las libertades políticas, se refieren a las oportunidades de los individuos para decidir quiénes deben ser sus gobernantes y bajo que principios deben hacerlo. Las libertades de acceso a los servicios económicos se entienden como la oportunidad de las personas para utilizar los recursos económicos para consumir, producir o realizar intercambios; estos derechos van directamente ligados a los recursos que posea o a los que tenga acceso una persona; así como a las condiciones de intercambio, como los precios relativos y el funcionamiento de los mercados. Las libertades sociales se manifiestan en los sistemas educativos y sanitarios que influyen en la capacidad fundamental del individuo para vivir mejor. Las libertades de garantías de transparencia se entienden como la capacidad de divulgación y claridad de información. Finalmente, la seguridad protectora se refiere a la protección social que requiere la población para evitar que se vea afectada por miserias extremas, inanición y muerte (Sen, 2000).

Por su parte, para Ranis, Stewart y Ramírez (2000), el desarrollo humano, se entiende como la capacidad de acceso a la educación y salud de una población (desde un punto de vista reduccionista). Esta definición, denota una estrecha relación con el crecimiento económico en dos aspectos fundamentales. El primero se observa, en los recursos provistos por el crecimiento económico para sustentar las políticas públicas que promuevan la mejoría del desarrollo humano de la población. El segundo, se denota en la mejoría de la fuerza laboral que, de manera indirecta, impacta al crecimiento económico (Ranis & Stewart, 2007).

Del crecimiento económico al desarrollo humano

La distribución del Producto Nacional Bruto (PNB) de una nación, puede impactar en el desarrollo humano, de diversas maneras, en relación a su distribución y gasto entre los distintos actores sociales (hogares, gobierno y organizaciones sociales no gubernamentales). Específicamente, el gasto de los hogares, en proporción a la distribución del ingreso, y en determinación de la propensión de gasto en artículos básicos, impactan en el desarrollo humano, como alimentos, agua potable, educación salud. Dicho de otra forma, la distribución alta y equitativa de los recursos, genera el crecimiento del gasto destinado al desarrollo humano. Por otra

parte, el gasto del gobierno, incrementa el desarrollo humano en función a la asignación y ejecución del gasto total del sector gubernamental destinado a productos básicos generadores del mismo. En el caso de las organizaciones civiles no gubernamentales, se observa una importante contribución al incremento de los niveles de DH en los países, ya que llevan a cabo proyectos que pretenden incrementar los ingresos de los sectores más necesitados y la mejoría de los servicios educativos, nutrición y salud (Ranis & Stewart 2007).

En general el desarrollo humano impacta al crecimiento económico, en la proporción en la que se incrementan las capacidades y/o libertades de las personas, con mejores niveles de educación y salud, que promueven un aumento en los niveles de creatividad y productividad, generando mejoras en la industria, a través del mejoramiento de los procesos productivos y la tecnología. (Ranis & Stewart, 2007).

### **INNOVACIÓN Y DESARROLLO**

La economía basada en el conocimiento, se fundamenta en la tendencia actual de las economías avanzadas por incrementar su contribución al conocimiento, la información y la formación de alto nivel, así como la creciente necesidad de los sectores públicos y privados de acceder fácilmente a estos elementos (OECD y EUROSTAT, 2005). Es este punto, en donde la innovación toma importancia, pues se entiende como la introducción al mercado de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las practicas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (OECD y EUROSTAT, 2005).

La innovación se puede clasificar en cuatro tipos. La innovación de producto, corresponde a la introducción de un servicio o bien nuevo, o significativamente mejorado, en razón de sus características o al uso al que se destina. La innovación de proceso, se concibe como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado proceso de producción o distribución. La innovación de mercadotecnia, se observa en la aplicación de un nuevo método de comercialización que genere cambios significativos en el diseño o envasado, posicionamiento, promoción o

tarificación de un producto. Y finalmente, la innovación de organización, comprende la introducción de un nuevo método de organización en las prácticas, organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (OECD y EUROSTAT, 2005).

De acuerdo con Joseph Schumpeter, uno de los autores con mayor influencia en las teorías de la innovación, el desarrollo económico, es un fenómeno dinámico y no estático, que implica procesos de transformación cualitativa de la sociedad y la economía; teniendo como fuerza fundamental la innovación radical, que es aquella capaz de provocar cambios revolucionarios, transformaciones decisivas en la sociedad y en la economía, mediante la sustitución de tecnologías antiguas o destrucción creativa, como: la introducción de nuevos bienes de consumo en el mercado, nuevos métodos de producción y transporte, apertura de un mercado, la generación de una nueva fuente de oferta de materias primas y el cambio en la organización o proceso de gestión de cualquier organización (Montoya Suárez, 2004).

Así bien, la principal razón para que las empresas innoven, es el incremento o mejoría de sus resultados económicos, mediante el aumento de la demanda (desplazamiento positivo de la curva de la demanda) o la reducción de los costos. Creándose así, un vínculo entre la innovación y el progreso económico, pues mediante ella se crea y se difunde un nuevo conocimiento, que aumenta el potencial de la economía para desarrollar nuevos productos y métodos de funcionamiento más productivos (OECD y EUROSTAT, 2005).

Desde un punto de vista macroeconómico, a la innovación puede atribuirse la habilidad de conseguir que los países sean a su vez, más ricos y más competitivos, pues puede aumentar su capacidad de producir más, mejor y con costos más bajos; volviendo a los países más competitivos, que además de conquistar mercados externos, consiguen incrementar su riqueza (Mulet Melia, 2005).

### **INNOVACIÓN Y CIENCIA**

Como se comentó en la sección anterior, la economía actual se fundamenta en la creación y aplicación de conocimiento, más que en la acumulación de los factores

de producción. Dicho de otra forma, una economía debe contar con la capacidad para generar nuevos conocimientos, mediante la excelencia científica, y la habilidad para traducir los resultados de su investigación en productos y servicios que puedan ser introducidos en el mercado (Fernández de Lucio, Vega Jurado, & Gutiérrez Gracia, 2010). Es decir, una economía moderna y competitiva debe contar con una estrategia de trabajo colaborativo entre la ciencia y la innovación.

El modelo de ciencia tradicional, que se caracteriza por un alto grado de autonomía y guiado por intereses académicos y disciplinarios (Fernández de Lucio, Vega Jurado, & Gutiérrez Gracia, 2010), debe evolucionar a una metodología científica moderna que desarrolle investigaciones con base en un contexto de aplicación en productos innovadores, que al ser introducidos al mercado, permitan la generación de beneficios financieros, en pro de los inversionistas, patrocinadores o creadores de la investigación; generando un efecto multiplicador que promueva la expansión de libertades, mediante la creación de empleos, la distribución del ingreso, y productos de consumo básicos con precios más accesibles, traduciéndose en un incremento del desarrollo humano y crecimiento económico.

#### Tecnología Aplicada

El desarrollo tecnológico en un país está ligado de manera importante con la economía del mismo. La creación de patentes de diversas áreas, y la inserción de éstas en el mercado competitivo, genera empresas, empleos y oportunidades de competencia.

Si todo lo anterior surge como parte de una investigación robusta, que implique la multidisciplinariedad, la ciencia y la innovación sin duda se trataría de procesos y productos óptimos con la calidad deseada que contribuirían en el desarrollo económico logrando impactos social, ambiental y tecnológico positivos en el país.

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO PROPUESTA**

#### Etapa 1. Identificación del problema.

Antes de iniciar cualquier propuesta de proyecto, producto o investigación, se requiere identificar por medio de diversas herramientas la problemática real, que se pretende resolver. Ya que en esta etapa descansa la investigación y dependerán

las posteriores fases. El problema debe considerarse como de gran impacto social, que límite el desarrollo de las libertades humanas; con la finalidad de poder asegurar la existencia de una demanda potencial, el posicionamiento en el mercado, el éxito comercial y un beneficio social, generador de desarrollo humano.

#### Etapa 2. Determinación de una solución.

Una vez que se analizó el problema en toda su extensión y con distintos puntos de vista, se utilizaron nuevamente herramientas y técnicas de innovación que permiten visualizar las posibles soluciones, las cuales deben caracterizarse por su capacidad generadora de beneficios sociales y beneficios financieros para los inversionistas.

Para determinar la viabilidad de las soluciones propuestas, deben llevarse a cabo distintos estudios y proyecciones que conformen el estudio de factibilidad propuesto, conformado por: estudio de mercado, estudio técnico, proyección o planeación financiera, estudio ambiental, plan de negocios, estudio legal y análisis de las propiedades de los componentes a utilizar; para posteriormente elegir la elección que muestre la mayor posibilidad de generar los beneficios esperados.

#### Etapa 3. Desarrollo de la investigación.

Con base en los resultados del análisis de factibilidad, debe implementarse el método científico, para generar un producto que pueda contener características confiables y validadas, que logren los desarrollar los beneficios sociales esperados.

#### Etapa 4. Canal de distribución

Para poder dar continuidad a los proyectos, es necesario buscar estratégicamente los canales de distribución eficientes, que garanticen el fácil acceso al consumidor.

#### Etapa 5. Financiamiento.

Debido a que todo proyecto requiere de una inversión que le permita llevar a cabo las distintas etapas del mismo, es necesario obtener financiamiento desde el inicio del desarrollo del proyecto. Sin embargo, cuando se obtiene un prototipo, resulta posible la participación en convocatorias que promuevan la innovación o ciencia, con la finalidad de obtener recursos, que garanticen la culminación del proyecto.

#### Etapa 6. Comercialización

Para que los proyectos puedan comercializarse, deberán contar con estrategias de introducción al mercado y asesorías necesarias para posicionarlo como un producto de calidad, a precio razonable y con múltiples beneficios sociales.

Estudio de caso 1: producto para el cuidado de la piel y protección a la salud

Considerado la relación entre innovación y ciencia, y con base en necesidades humanas reales se deben realizar investigaciones que permitan la generación de productos y servicios que ofrezcan a los consumidores nuevas y mejores alternativas para la satisfacción de dichas necesidades.

Debido a esto surgió la oportunidad de trabajar en un proyecto multidisciplinario que buscaba cubrir una demanda insatisfecha y que se pretendía fuera innovador. Por lo que se determinó que en la actualidad las personas buscan cuidar su salud y apariencia con productos de origen natural, debido a la gran cantidad de enfermedades ocasionadas por la radiación solar y el uso de productos químicos dañinos. Además que disminuir la merma de un tipo de empresa específica utilizándola como materia prima principal del producto le generaría una utilidad adicional.

Es importante comentar, que se implementó el método científico para encontrar la formulación adecuada para el producto y comprobar su efectividad por medio de análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de campo obteniendo resultados favorables.

Este producto, se ha podido financiar, gracias a que ha resultado ganador de dos concursos de innovación, obteniendo beneficios que van desde el reconocimiento académico hasta el registro de la marca, manuales de identidad y recursos económicos que han permitido continuar con los análisis y compra de materia prima, entre otros.

A proyecto se encuentra por entrar en la fase de comercialización por lo que actualmente ya se cuenta con las estrategias de introducción al mercado necesarias, para lograr su introducción al mercado, mostrando una ventaja competitiva, que facilite su comercialización.

Estudio de caso2: aplicación que facilita el aprendizaje ante la insuficiencia de instrumentos o mecanismos en la enseñanza de la ingeniería

Las ingenierías, por lo general, requieren contar con instrumentos o equipos, que permitan al estudiante la comprensión y conocimiento del funcionamiento de los mecanismos con los que se desenvolverá a lo largo de su vida profesional. No obstante, estos materiales son en su mayoría costoso, ocasionando que la mayoría de los centros de educación superior, que imparten este tipo de licenciaturas, presenten deficiencias en su equipamiento; impactando negativamente el proceso de aprendizaje de sus estudiantes.

Con base en lo anterior, se diseñó un software que permite al docente y a los estudiantes acceder a modelos tridimensionales de instrumentos o equipos requeridos en el proceso de enseñanza aprendizaje; ya que dichos diagramas pueden fragmentarse en cada uno de sus componentes, además de su análisis individualizado. Este material didáctico virtual, se encuentra disponible una una página web y en formato de aplicación, lo que permite su uso en cualquier dispositivo con conexión a internet.

Este proyecto, cuenta actualmente con un estudio de factibilidad, que soporta su próxima introducción al mercado, de acuerdo a las necesidades detectadas, las proyecciones financieras esperadas, el plan de negocios desarrollado y a los registros legales y de propiedad intelectual contemplados.

De igual manera, este proyecto es ganador del primer lugar de un concurso de innovación, lo cual ha dado pie al proceso de registro comercial y de propiedad intelectual, para que en el corto plazo se dé inicio a su incubación y próxima comercialización.

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo humano es un concepto de carácter multidimensional, que contempla la expansión de las libertades de los individuos que conforman una sociedad, que constituyen el acceso a bienes y capacidades de carácter básico, de participación económica, política y social.

Este desarrollo genera un importante aporte al crecimiento económico de cualquier economía, al dotar de mano de obra capacitada y con capacidad de consumo. Por su parte, el crecimiento económico, contribuye al desarrollo humano, mediante la generación de empleos, trasladándose a una mejor distribución del ingreso.

Esta relación estrecha entre desarrollo humano y crecimiento económico, se enriquece mediante el desarrollo de proyectos de carácter científico, pero con un punto de vista innovador; al permitir la generación de productos, que al ser introducidos al mercado, impacten de manera benéfica a la sociedad, al incrementar las libertades de sus individuos.

Con la creación de proyectos que permitan la participación de diversas áreas que fortalezcan cada una de sus etapas, que sean innovadores y que cuenten con el sustento científico se podrá ofrecer nuevos y mejores productos o servicios, con métodos de comercialización correctos y optimización de los procesos productivos logrando así mejorar la economía con el incremento de las ganancias para las empresas y la generación de empleos para la población.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Fernández de Lucio, I., Vega Jurado, J., & Gutiérrez Gracia, A. (2010). Ciencia e innovación: una relación compleja y evolutiva. INGENIO (CSIC-UPV) Working Paper Series.
- Montoya Suárez, O. (Agosto de 2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica* (25).
- Mulet Melia, J. (2005). La innovación, concepto e importancia económica. Gobierno de Navarra, Departamento de Economía y Hacienda.
- OECD y EUROSTAT. (2005). Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (3ª edición ed.). OECD y EUROSTAT.
- Ranis , G., & Stewart , F. (2007). *The Priority of Human Development* .
- Sen, A. (2000). *Development as freedom. Desarrollo y libertad.* (Planeta, Ed., & E. y. Rabasco, Trad.) México, D.D.; México: Harvard University Press.

---

# APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA IPERC EN LA ELABORACIÓN DE CEBOS PARA RATAS.

JOSE CARLOS GOMEZ QUEVEDO<sup>1</sup>, LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA<sup>2</sup>, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ<sup>3</sup>

## RESUMEN

Esta investigación se fundamenta en la metodología nombrada identificación de peligros evaluación de riesgos y determinación de controles (iperc). En la que la identificación de los peligros y evaluación de los riesgos es una actividad que debe estar implícita en todo proceso de producción, con estas acciones las empresas de manufactura, comercio o servicios tendrán conocimiento del riesgo al que sus trabajadores estarán expuestos en ejercicio o con motivo de trabajo. Tal es el caso de la empresa productora de cebos para ratas rodisc ubicada en la ciudad de carlos a. Carrillo, en la que se identificaron los procesos que intervienen en la elaboración del cebo para ratas, los cuales son formulación, envasado y cocido, almacenaje, identificándose riesgos físicos, riesgos, eléctricos y químicos, así como riesgos a la salud por la manipulación de veneno en polvo como sustancia activa. Lo que favorece a un análisis de riesgos aplicado bajo la metodología iperc. Como resultado del análisis se determinaron los controles apropiados para cada riesgo según sea su clasificación atendiendo con mayor prontitud aquellos denominados riesgos críticos.

Palabras clave: actividades, análisis, riesgo, peligro, control

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
carlos.gomez@itstb.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
lucila.tobon@itstb.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca  
maría.lopez@itstb.edu.mx

**ABSTRACT**

This research is based on the methodology named hazard identification risk assessment and control determination (IPERC). In which the identification of hazards and risk assessment is an activity that must be implicit in any production process, with these actions the manufacturing, trade or services companies WILL BE aware of the risk to which their workers will be exposed in exercise or on the occasion of work. Such is the case of the Rodisc rat bait producer located in the city of Carlos A. Carrillo. In which the processes involved in the elaboration of the bait for rats were identified, which are formulation, packaging and cooking, storage, identifying physical risks, risks, electrical and chemical, as well as health risks from the manipulation of venom in powder as active substance. What favors a risk analysis applied under the IPERC methodology? As a result of the analysis, the appropriate controls for each risk will be determined according to their classification, attending more quickly those so-called critical risks

Keywords activities, analysis, risk, danger, control

**INTRODUCCIÓN**

Saccharum officinarum es el nombre con el que se denomina a la caña de azúcar, principal cultivo en la cuenca del Papaloapan se utiliza para la producción de azúcar, también se convierte en materia prima para la fabricación de papel, cemento, abonos y alimento animal. Los jugos que se obtienen en el proceso de producción pueden emplearse para la producción de alcohol. Un sistema de producción se encuentra conformado por un conjunto de medios humanos y materiales llamados factores de producción, el proceso de producción y los productos obtenidos con valor agregado (Cuatrecasas, 2009).

La caña de azúcar se cultiva en veintidós entidades federativas; su importancia radica en que es la materia prima de la industria azucarera. Con un consumo per cápita promedio al año de 36.7 kg de azúcar, la ley de Desarrollo Rural Sustentable identifica a la caña como cultivo básico para el país. (Gob.mx, 2019)

Uno de los principales problemas que este cultivo presenta son las plagas, las que disminuyen el rendimiento en forma rigurosa; las de mayor importancia es el gusano

barrenador y las ratas. Según Vázquez (2013) las especies de ratas predominantes en el estado de Veracruz son: *Sigmodon toltecus*, *Oryzomys cuesi* y *Peromyscus leucopus*, de las cuales solo las dos primeras especies se le asocia como plagas del cultivo de la caña de azúcar.

Para el control de ratas se utiliza el cebo para ratas que la planta de producción y formulación de cebos (RODISC) formula, esta empresa pertenece a las agrupaciones confederación nacional de propietarios rurales (CNPR) y confederación nacional campesina (CNC); para la elaboración de cebos utiliza una máquina empacadora industrial la cual posee una capacidad de producción de 38 cebos con un contenido de 10 gramos por minuto teniendo una producción por mes de 1,200,000 cebos en tres turnos. Como materia prima en la elaboración de cebos utiliza un agente químico (cumatetralilo) como parte de su proceso. Este agente químico puede disminuir el contenido de vitamina (k) en el organismo, la vitamina k es un factor esencial para la coagulación de la sangre.

Las partículas finas de polvo de plaguicida pueden quedar suspendidas en el aire durante la manipulación, procesamiento y almacenamiento de materiales. El polvo generado por los procesos de formulación (por ejemplo, molienda, mezcla) y envasado de plaguicidas contiene ingredientes activos que pueden resultar tóxicos para los seres humanos y el medio ambiente.

La empresa se encuentra en etapa de crecimiento pretende aumentar su capacidad de producción con la puesta en marcha de dos máquinas empacadoras y muestra un interés en conocer los riesgos a los que están expuestos sus trabajadores. Bajo este contexto, se llevó a cabo la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles, utilizando la metodología IPERC.

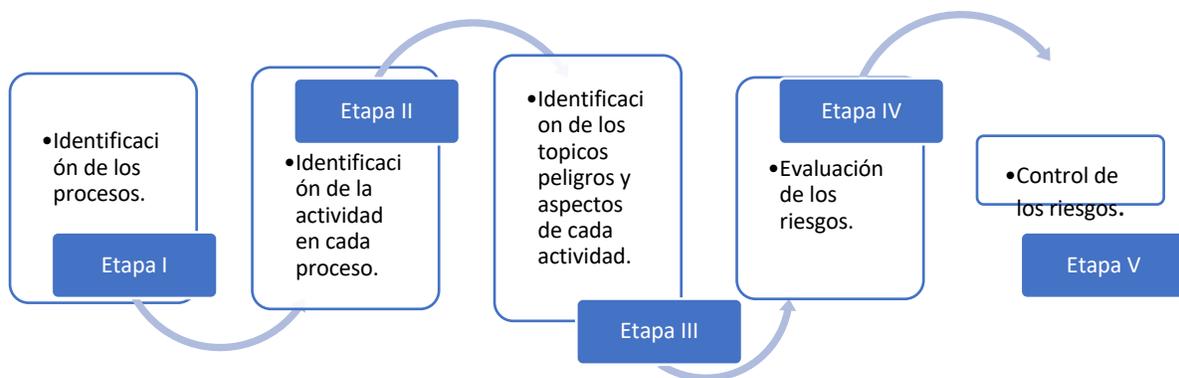
## **METODOLOGÍA**

La identificación de los peligros evaluación de los riesgos y determinación de los controles se llevó a cabo en la planta de cebos para ratas RODISC, con la finalidad de identificar los peligros para la salud y la seguridad en el trabajo, así como los aspectos ambientales lo que permite la evaluación de los riesgos y determinar las

medidas de control pertinentes. Esta planta se encuentra localizada en la ciudad de Carlos A. Carrillo, ver.

La intención es que todas las prácticas laborales que se realizan ya sean nuevas, existentes, rutinarias y no rutinarias sean evaluadas en función de los riesgos, con ello se determinan las medidas de los controles pertinentes en cada actividad. La metodología IPERC consta de las etapas que se presentan en la Figura 1:

Figura 1. Etapas de la metodología IPERC.



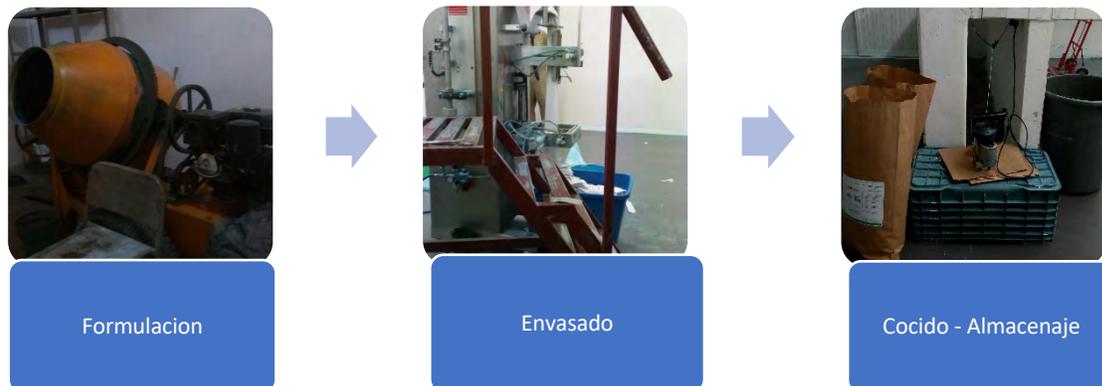
Enseguida se detallan cada una de las etapas de la implementación de la metodología:

**Etapa I:** Identificación de los procesos.

En cada unidad, área, proyecto, contrato y/o servicio se identifican y establecen en documento cada uno de los procesos particulares necesarios para el negocio, estableciendo su interrelación e interacción. (New.abb.com, 2019)

Los procesos que son necesarios para la elaboración de cebos para ratas son los que se muestran en la Figura 2. Proceso de formulación, envasado y cocido-almacenaje.

Figura 2. Identificación de los procesos en la elaboración de cebos para ratas.



Etapa II. En esta etapa se identifican cada una de las actividades que se realizan en cada proceso, así como también, se menciona una breve descripción.

**Formulación.** - Es la operación efectuada para realizar el mezclado de las materias primas de la mezcla utilizada en la Elaboración de cebos para roedores.

**Envasado.** - Es la operación de vertido de la mezcla en el tambor de la máquina Semi automática mezcladora GUSTHER.

**Cocido- almacenaje.** - Es la operación de vertido de 500 sobres en costales de papel kraft, cocido con máquina semi automática y posterior transporte al área de almacén.

Tabla 1 procesos y actividades identificados en la elaboración de cebos para rata

Proceso	Actividades.
<b>Formulación</b>	Cernido de maíz.
	Molido de croqueta.
	Vertido de vainilla.
	Formulado.
<b>Envasado</b>	Vertido en tolva.
	Conteo de sobres
<b>Cocido almacenaje</b>	Etiquetado
	Transporte a almacén

Etapa III. Identificación de los tópicos de cada proceso.

Para cada actividad, rutinaria o no rutinaria, se identifican los peligros para la salud, los peligros para la seguridad de las personas y los aspectos del medio ambiente y su respectivo potencial de impacto en el negocio. (New.abb.com, 2019)

Proceso de formulación.

Cernidor. - Máquina manual con malla para grano fino, en la que el maíz es cernido retirando polvos, este cernidor se fabricó debido a las necesidades del proceso.

Molino. - Motor eléctrico de 1HP adaptado a un molino manual en el que es vertida la materia prima.

Báscula. - Báscula digital utilizada para pesar las materias primas antes de ser vertidas en la máquina revolvedora.

Revolvedora. -En esta máquina se vierte las materias primas para su mezclado. Utiliza un motor de combustión interna de dos tiempos

Bomba de riego. -Es utilizada para rociar vainilla a la mezcla.

Vaciado. -En esta etapa la mezcla después de 30 min es vertida en costales, la mezcla es pesada y transportada al almacén bajo temperatura controlada.

Proceso de envasado.

Máquina llenadora.- se cuenta con tres llenadoras con diferentes modelos, la máquina es abastecida por la mezcla en la tolva, el producto al girar la tolva cae por gravedad, se alimenta de papel poli bond conformando un cilindro de papel que es sellado por los extremos con dos resistencias una en posición vertical y la otra en posición horizontal con una temperatura de trabajo de 100 °C, las resistencias se encuentran colocadas sobre mordazas, el mecanismo de apertura y cierre de las mordazas es operado mediante actuadores neumáticos.

Acopio de materia prima. - esta operación consiste en recolectar del almacén provisional costales, producto de la mezcla y se transporta al almacén del área de envasado.

Vertido en tolva. - esta operación consiste en verter directamente del costal a una cubeta con capacidad de 10 kg. Para posteriormente subir una escalera y verter en la tolva de la máquina llenadora GHUSTER.

Conteo de sobres. - en esta operación se recolectan en taras sobres de 10 gramos, c/u. Cuando las taras se llenan, son vaciadas sobre una mesa de conteo, se elabora un conteo manual de 500 sobres que son almacenados en recipientes plásticos los cuales son vertidos en sobres de papel Kraft.

Proceso de cocido- almacenaje.

Costurado. - en esta operación se pesan los sobres de papel Kraft conteniendo 500 sobres de 10 gr. Posteriormente es transportado a una tara en donde se toma la maquina cosedora manual, y se procede a costurar el empaque de papel kraft.

Etiquetado. - En esta operación se coloca la etiqueta con el nombre, la fecha de elaboración del producto y las iniciales del operario, posteriormente los costales son almacenados sobre el carro de transporte, estibando seis bultos para ser transportados al almacén de producto terminado.

Para elaborar la identificación de los tópicos, peligros y aspectos de cada actividad, fue utilizado el enfoque de procesos la identificación de los peligros y aspectos debe realizarse al inicio y al final de cada actividad.

Etapas IV Evaluación de los riesgos.

Para cada tópico identificado fue necesario evaluar sus riesgos con lo que se elaboró un formato para recolección de datos. En donde se contemplan los escenarios de riesgos de cada área, en su proceso la causa que origina el riesgo en cada actividad y la consecuencia. El cual se muestra en la figura 3.

Figura 3. Formato de recolección de datos.

EMPRESA XXXX			
FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS			
AREA:	PROCESO:	FECHA:	
REALIZO:		CARGO:	
ESCENARIO DE RIESGO	CAUSA / ACTIVIDAD	CONSECUENCIA	

Cálculo de la magnitud del riesgo (MR).

La Magnitud del riesgo es un parámetro que define la importancia de un peligro y/o aspecto y permite su clasificación en forma jerarquizada para enfocar los esfuerzos de control. La Magnitud del Riesgo (MR) es un valor que se calcula en base a la asignación, primero de valores numéricos para establecer un parámetro de medición de las variables Probabilidad y Severidad su cálculo se realiza con la siguiente formula:

$$MR = (P \times S).....Ec.1$$

Donde:

$MR = \text{Magnitud del Riesgo.}$

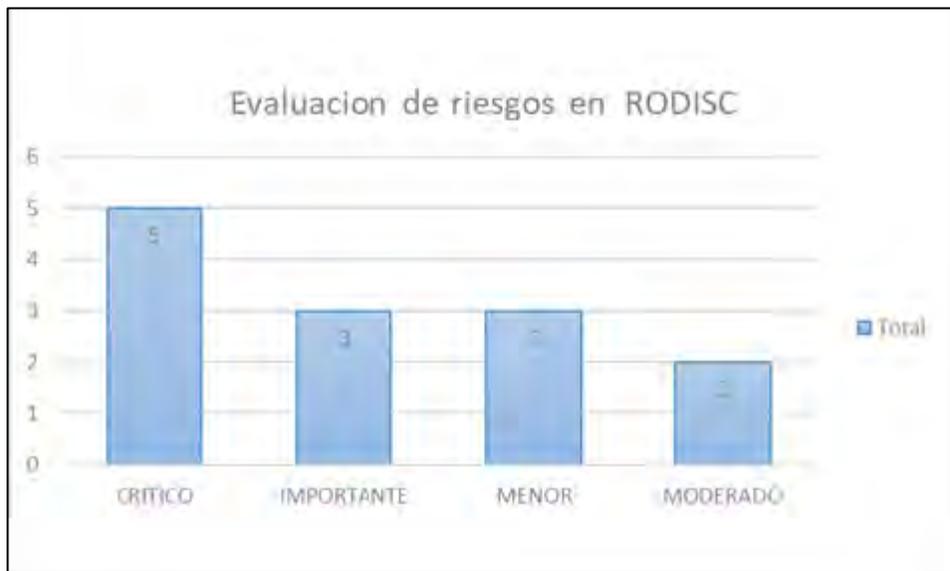
$P = \text{Probabilidad.}$

$S = \text{Severidad}$

**RESULTADOS**

De acuerdo con la matriz IPERC se identificaron los peligros asociados a las actividades de cada proceso en la planta de cebos para ratas Rodisc, así como sus riesgos potenciales para proceder a evaluar la magnitud del riesgo y con ello clasificar los riesgos como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Riesgos encontrados en los procesos



En función de la clasificación de los riesgos. Para el proceso de formulación se evaluaron riesgos críticos por la exposición a ruido producto de las actividades molido de croqueta, así como para la actividad vertido en tolva, en la cual se encuentra presente en el ambiente polvos derivados de la mezcla con el veneno en polvo Racumin. La exposición continua por monóxido (CO) de carbono. Producido por la maquina revolvedora.

los que al ser evaluados con la matriz IPERC. Se identifican como riesgos críticos. Se encontraron riesgos importantes derivados de movimientos repetitivos y manejo manual de cargas en las actividades de cernido de maíz y vertido en tolva de maquina revoladora.

Así como riesgos moderados y triviales en la actividad de cernido de maíz. Fig.4 matriz IPERC en el proceso de formulación.

Para el proceso de envasado se evaluaron los riesgos asociados a esta actividad se identifican tres riesgos con la clasificación de riesgo crítico. El primero como caída de diferente nivel, el segundo por la actividad de verter la mezcla en la tolva de la maquina llenadora las partículas de polvo se dispersan en el ambiente y puede ser absorbido por el organismo, el tercero por la exposición a ruido propios de la maquina llenadora y el golpeteo constante de las mordazas de sello.

Los riesgos clasificados como triviales son causados por la actividad de conteo de sobres la cual se realiza de forma manual. Fig. 5 matriz IPERC en el proceso de envasado.

En el proceso de cocido-almacenaje se identificaron dos riesgos críticos el primero por la exposición a ruido por la cercanía de la maquina llenadora, el segundo es un incendio como resultado de este riesgo el producto puede ocasionar gases tóxicos, así como un riesgo trivial por la actividad de cocido de bulto y un riesgo menor en relación con caída del mismo nivel.

Fig.6 matriz IPERC, en el proceso cocido – almacenaje.

Según la Fundación MAPFRE (2011), la Detección de Riesgos es el proceso mediante el cual se posibilita la localización e identificación de las condiciones de trabajo existentes que pueden derivar en un accidente de trabajo.

Fig.4. Matriz IPERC. En el proceso de formulación, para las actividades de cernido de maíz, molido de croqueta, vertido de vainilla y formulado (elaboración propia).

Inventario de riesgos de los procesos																		
Gerencia: RODISC										Fecha:								
Evaluación										Firmas:								
Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Extraordinaria <input type="checkbox"/> Cambio en el proceso <input type="checkbox"/>																		
Periódica <input type="checkbox"/> Incidente <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>																		
Proceso	Actividad	Rutina	No Rutina	Tópico	Peligros o Exigencia Legal (Asociados a la actividad)	Riesgos	Evaluación del Riesgo			Clasificación del Riesgo	Recomendaciones para el control de los riesgos				Riesgo Residual			Clasificación del Riesgo Residual
							P	S	MR		Jerarquía de Control	Medidas	Responsable	Cuando (Frecuencia)	P	S	MR	
Formulación	Cernido de maíz	X		Seguridad	Sobre esfuerzo por manejo manual de cargas	lesiones en espalda	6	4	24	MENOR	Control administrativo	Adoptar posturas adecuadas, utilizar faja con apoyo lumbar	Supervisor	Diaria	5	4	20	TRIVIAL
	Molido de croqueta	X		Seguridad	Contacto con maquinaria en movimiento	Fractura	9	6	54	MODERADO	Control de ingeniería	Colocación de guardas. Colocar boton de paro de emergencia	Supervisor	Diaria	3	3	9	TRIVIAL
	Vertido de vainilla	X		Salud	Sobre esfuerzo por manejo manual de cargas	lesiones en espalda	6	4	24	MENOR	Control administrativo	Adoptar posturas adecuadas, utilizar faja con apoyo lumbar	Supervisor	Diaria	3	3	9	TRIVIAL
Fórmula	X			Seguridad	Golpeado con objeto	Fractura	6	8	48	MODERADO	Control de ingeniería	Cambiar a motor eléctrico	Supervisor	Diaria	1	2	2	TRIVIAL
				Seguridad	Atrapamiento por objeto	Fractura	5	4	20	TRIVIAL	Control de ingeniería. Control administrativo	Colocar guardas/ Capacitación en el manejo de maquinaria	Supervisor/ Recursos humanos	Diaria	1	2	2	TRIVIAL
				Seguridad	Exposición a calor	Deshidratación	6	6	36	MENOR	Control de ingeniería	Mantenimiento a extractores	Supervisor	Según programa de mantenimiento	3	3	9	TRIVIAL
				Salud	Sobre esfuerzo por manejo de materiales	Lesión en espalda	8	8	64	IMPORTANTE	Control administrativo	Uso de EPP básico	Supervisor	Diaria	6	5	30	MENOR
				Salud	Exposición a ruido	Pérdida auditiva	10	9	90	CRITICO	Control de ingeniería. Control administrativo	Uso de EPP básico. Instalación de señáletica. Cambio a motor eléctrico	Supervisor/ Recursos humanos	Diaria	7	6	42	MODERADO
				Seguridad	Exposición a polvos	Intoxicación	10	9	90	CRITICO	Control administrativo	Uso de EPP específico. Capacitación en el manejo de sustancias	Supervisor/ Recursos humanos	Diaria	7	6	42	MODERADO

Fig.5. Matriz IPERC en el proceso de envasado en las actividades de transporte de materia prima, vertido en tolva y conteo de sobres (elaboración propia).

Envasado	Transporte mat. Prima	X	Seguridad	Caida de diferente nivel	Fractura	8	8	64	IMPORTANTE	Control de Ingeniería /Control Administrativo	Colocación de barandal en escalera./ Colocación de señalética	Recursos Humanos./ Administración	Diaria	6	6	36	MENOR
	Vertido en tolva	X	Seguridad	Contacto con objetos calientes	Quemada	1	2	2	TRIVIAL	Control Administrativo	Uso de EPP.	Supervisor/ Recursos humanos	Diaria	1	2	2	TRIVIAL
			Salud	Exposición a polvo	Intoxicación	10	9	90	CRITICO	Control de ingeniería.	Uso de EPP. Colocación de extractores	Supervisor/ Recursos humanos	Diaria	6	6	36	MENOR
			Seguridad	Atrapamiento por objeto en movimiento	Fractura	5	4	20	TRIVIAL	Control de ingeniería.	Colocación de guardas	Supervisor	Diaria	1	2	2	TRIVIAL
	Conteo de sobres	X	Seguridad	Contacto con sustancias químicas	Intoxicación	10	9	90	CRITICO	Control Administrativo	Uso de EPP. Especifico	Supervisor	Diaria	6	6	36	MENOR
			Salud	Sobre esfuerzo por manejo manual de materiales	Dolor en extremidades	4	5	20	TRIVIAL	Control de ingeniería.	Colocación de contador digital en maquina.	Supervisor	1 ves.	1	2	2	TRIVIAL
			Sálud	Ergonomico	Fatiga muscular	8	8	64	IMPORTANTE	Control de ingeniería.	Rediseño de la estación de conteo	Gerente/supervisor	1 ves.	6	6	36	MENOR

Fig. 6.- Matriz IPERC en el proceso de cocido almacenaje para las actividades de costurado etiquetado y transporte a almacén (elaboración propia).

Cocido - Almacen	Costurado	Rutinaria	Seguridad	Atrapamiento por objeto en movimiento	Fractura en dedos	4	5	20	TRIVIAL	Control Administrativo	Uso de EPP.	Supervisor	Diaria	4	5	20	TRIVIAL
	Etiquetado	Rutinaria	Salud	Exposición a polvo	Intoxicación	10	9	90	CRITICO	Control Administrativo	Uso de EPP. Especifico	Supervisor	Diaria	6	6	36	MENOR
	Transporte almacen fin	Rutinaria	Seguridad	Caida	Fractura	2	4	8	TRIVIAL	Control Administrativo	Uso de EPP. Especifico	Supervisor	Diaria	1	2	2	TRIVIAL

**CONCLUSIONES**

El desarrollo de la metodología IPERC, en la planta de cebos para ratas muestra riesgos críticos en los procesos utilizados para la elaboración del cebo para rata, como la exposición a ruido, exposición a polvos derivado de la formulación de la mezcla, exposición a gases como el monóxido de carbono (CO). El cual surge por el uso de maquina revolvedora con motor a gasolina.

Los movimientos repetitivos y la mala técnica para realizar cargas manuales se identificaron como riesgos moderados y triviales.

La exposición continua a polvos y ruido por parte del proceso puede derivar en una enfermedad de trabajo por lo que se recomienda que la empresa aplique las medidas de control con el uso adecuado de los equipos de protección personal como tapones auditivos, mascarilla para polvos y mandil; así como, programas de mantenimiento de las máquinas y las capacitaciones continuas a los empleados.

Por lo tanto, se concluye que la aplicación de la metodología IPERC es una herramienta que cumple su objetivo identificar peligros evaluar riesgos y determinar controles.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Márquez Gómez, M. (2012). Los sistemas de producción y la ergonomía: reflexiones para el debate. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, III (9), 49-60.
- Medina Escudero, A., & Chon Torres, E., & Sánchez Condori, S. (2016). Identificación de Peligros y Evaluación y Control de Riesgos (IPERC) en la miniplanta de hilandería y tejeduría de la Facultad de Ingeniería Industrial - UNMSM. *Industrial Data*, 19 (1), 109-116.
- Ibarra-Hernández, Eusebio V., Goya-Valdivia, Félix A. Guerra- Valdés, Belkis F., & Dupin-Fonseca, Marlene. (2015). Caracterización y usos de las "técnicas cualitativas " de identificación y valoración de peligros en los procesos químicos industriales. *Centro Azúcar*, 42(1), 22-33.
- Ibarra Hernandez (2016) Tesis para optar el grado de Máster en Seguridad tecnológica y ambiental en procesos químicos Universidad central "Marta Abreu"
- de las villas facultad de las villas facultad de química y farmacia centro de estudios de química aplicada.
- Betzabé Pérez-Manríquez, Gabriela, Sánchez-Aguilar, Mónica, González Díaz, Guadalupe, Oliva López, Eduardo, & Peón Escalante, Ignacio Enrique. (2012). Diagnóstico de factores de riesgo relacionados con la accidentabilidad de mano en trabajadores de una empresa refresquera. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 58(226), 13-26
- Chopitea Cantos, J. A., & Delgado Arteaga, L. J. (2014). Metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).

---

# ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

MARICELA SÁNCHEZ LÓPEZ<sup>1</sup>, OLGA LIDIA VIDAL VÁSQUEZ<sup>2</sup>

## RESUMEN

El proyecto está dirigido al desarrollo de un sistema para llevar a cabo el control de inventario de los números de partes que se fabrican internamente en una empresa del complejo Automotriz ubicado en Ramos Arizpe, Coahuila con el propósito de estandarizar el proceso de información de fabricación de, partes o piezas y a su vez obtener algunos indicadores de eficiencia de fabricación, costos de fabricación y costos de entradas y salidas de materiales anuales. Aplicando herramientas de programación, Visual Studio y Microsoft Access como base de datos para el desarrollo del proyecto.

El desarrollo inicia desde el análisis de información, los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, diseño, codificación pruebas e implementación.

Los resultados muestran una disminución de margen de error en los empleados en la fabricación de partes se evitan los paros en la línea de producción y las solicitudes en tiempo y forma.

Palabras clave: Sistema de Información, Inventario y Administración

## INTRODUCCIÓN

El proyecto está dirigido a una empresa clasificada dentro del Grupo ZF, la cual llegó a México a finales de los 90's cuando obtuvo la adquisición de la compañía de Clutches llamada Borg & Beck y de Amortiguadores llamada ARALMEX. En un inicio cada unidad de negocio era responsable de la comercialización de todos los sectores del mercado. En 2007 el Grupo decidió que todos los productos para el mercado de repuesto deberían ser administrados por una sola compañía y así es como nace ZF Services en México. Actualmente, ZF Services cuenta con 3

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Saltillo msanchez@itsaltillo.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Saltillo ovidal@itsaltillo.edu.mx

unidades de negocio: en la ciudad de Guadalajara con oficinas administrativas y centro de distribución y otra más en la Ciudad de México como oficinas comerciales. ZF Services en México es líder en el mercado de amortiguadores con más del 50% de participación de mercado bajo la marca BOGE, en Clutches cuenta con la segunda marca más importante SACHS y ahora está introduciendo partes de suspensión y dirección bajo la marca LEMFÖRDER así como componentes para la reparación y re manufactura de transmisiones bajo la marca ZF Parts.

Fabrica productos como: transmisiones automáticas, accionamientos de ejes, transmisiones de doble embrague, transmisiones manuales y convertidores de torque y actualmente cuenta con clientes como General Motors, Chrysler, Caterpillar, entre otros; para el mercado nacional e internacional.

El proceso de fabricación dentro de la empresa para un solo número de parte puede pasar por varios procesos desde fresado, torneado hasta el tratamiento, y sumándole a que existen aproximadamente 350 números de parte existentes en stock. El problema se presenta debido a que diferentes líneas de la empresa requieren estos materiales y diferentes ingenieros necesitan una respuesta inmediata de conocer donde está la orden de fabricación que realizaron, en que proceso está o si hay alguna pieza en almacén que puedan utilizar y es donde se genera una problemática ya que el supervisor e ingenieros encargados de la fabricación y el almacén no pueden concentrarse en solo una orden de fabricación en específico pues existen muchas de ellas.

El registro se realizaba en una hoja de cálculo en Excel, en donde el personal puede realizar las órdenes de fabricación, ver información de esa orden, si se asignó con algún proveedor la fabricación o si la empresa tiene la capacidad de realizar la demanda de la línea que hizo dicha orden, o bien si se trata del almacén el personal encargado registra las entradas, las salidas, las devoluciones, etc., pero este proceso tiene muchas limitantes ya que solamente puede ser utilizado por una persona a la vez, debido a que se encuentra en el servidor y la información que se modifique tiene que actualizarse, además de que se almacenan y son guardados en varios archivos de Excel.

Por tal motivo la empresa optó por el desarrollo de un sistema de información que permita llevar un mejor flujo de control de la información y que el personal pueda tener una forma más sencilla de llevar a cabo todos los procesos sin tantas limitantes, para eso se propuso crear el proyecto Sistema de Administración de Fabricación Interna (SAFI), que controla toda la información necesaria de alguna orden de fabricación de un número de parte específico y su finalización, además de llevar el control de inventario del almacén del área “Tool Room”.

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:**

El proceso del software es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un producto de software. Estas actividades son llevadas a cabo por los ingenieros de software.

Existen cuatro actividades fundamentales de procesos que son comunes para todos los procesos del software:

- Especificaciones del software donde los clientes e ingenieros definen el software a producir y las restricciones sobre su operación
- Desarrollo del software donde el software se diseña y se programa
- Validación del software donde el software se valida para asegurar que es lo que el cliente requiere.
- Evolución del software donde el software se modifica para adaptarlo a los cambios requeridos por el cliente y el mercado

### **Modelo de procesos del software**

Un modelo de procesos del software es una descripción simplificada de un proceso del software que presenta una visión de ese proceso. Estos modelos pueden incluir actividades que son parte de los procesos y productos de software y el papel de las personas involucradas en la ingeniería del software.

Según aportaciones de Somerville, I. (2005). Algunos ejemplos de estos tipos de modelos que se pueden producir son:

Un modelo de flujo de trabajo. Muestra la secuencia de actividades en el proceso junto con sus entradas, salidas y dependencias. Las actividades en este modelo representan acciones humanas. Un modelo de flujo de datos o de actividad

representa el proceso como un conjunto de actividades, cada una de las cuales realiza alguna transformación en los datos. Muestra como la entrada en el proceso, tal como una especificación, se transforma en una salida, tal como un diseño. Pueden representar transformaciones llevadas a cabo por las personas o por las computadoras.

Un modelo de rotación. Representa los roles de las personas involucradas en el proceso del software y las actividades de las que son responsables. La mayor parte de los modelos de procesos del software se basan en uno de los tres modelos generales de desarrollo de software

Existen diferentes metodologías para llevar a cabo el proceso de desarrollo de software. Cada uno tiene sus pros y contras, el proyecto se desarrolló en base a la metodología de Scrum

Scrum es una metodología ágil en base a un desarrollo incremental de un proyecto, consiste en un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar en equipos altamente productivos. En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales.

El inventario es un concepto importante para la gestión y administración de una empresa. El concepto de inventario se basa en todos los productos y materias primas que posee la empresa y que son potenciales para la futura venta y que proporcione beneficios a la organización. El inventario está formado por todo el stock de la empresa que no se ha vendido, las materias primas que se tienen que les permite crear nuevos productos y todos aquellos productos que se encuentran en el proceso de producción de la empresa. Según información disponible en sitio web [www.emprendepyme.net /inventario](http://www.emprendepyme.net/inventario). La administración de inventarios es un

punto determinante en el manejo estratégico de toda organización, tanto de prestación de servicios como de producción de bienes.

Las tareas correspondientes a la administración de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, la determinación de los puntos de rotación, las formas de clasificación y el modelo de re inventario determinado por los métodos de control (el cual determina las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso).

Los objetivos fundamentales de la gestión de inventarios son:

- Reducir al mínimo posible los niveles de existencia.
- Asegurar la disponibilidad de existencias (producto terminado, producto en curso, materia prima, insumo, etc.) en el momento justo.

Otros procesos involucrados en la administración de inventarios se pueden citar: la requisición de compra, es una solicitud al departamento de compras con el fin de abastecer bienes o servicios. Manufactura son materias primas que han sido elaboradas para convertirlas en un producto con valor agregado. Estandariza: acción de procesos que consiste en estandarizar los procesos para lograr una calidad homogénea en los principales procesos de una empresa y reducir costos Según aportaciones de Roger Presman (2008), argumenta que el término de Programación Orientada a Objetos indica más de una forma de diseño y una metodología de desarrollo de software que un lenguaje de programación, ya que en realidad se puede aplicar el Diseño Orientado a Objetos (En inglés abreviado OOD, Object Oriented Design), a cualquier tipo de lenguaje de programación.

Las características siguientes son las más importantes:

- Abstracción: denota las características esenciales de un objeto, donde se capturan sus comportamientos
- Encapsulamiento: significa reunir todos los elementos que pueden considerarse pertenecientes a una misma entidad, al mismo nivel de abstracción.
- Modularidad: se denomina modularidad a la propiedad que permite subdividir una aplicación en partes más pequeñas (llamadas módulos), cada una de las cuales debe ser tan independiente como sea posible de la aplicación en sí y de las restantes partes.

- Principio de ocultación: cada objeto está aislado del exterior, es un módulo natural, y cada tipo de objeto expone una interfaz a otros objetos que especifica cómo pueden interactuar con los objetos de la clase.
- Polimorfismo: comportamientos diferentes, asociados a objetos distintos, pueden compartir el mismo nombre; al llamarlos por ese nombre se utilizará el comportamiento correspondiente al objeto que se esté usando.
- Herencia: las clases no están aisladas, sino que se relacionan entre sí, formando una jerarquía de clasificación. Los objetos heredan las propiedades y el comportamiento de todas las clases a las que pertenecen.

En este proyecto se propone la programación orientada a objetos utilizando el lenguaje de programación Visual Basic y Microsoft Access para el diseño de la base de datos, utilizando el modelo entidad relación para modelar la base de datos. El método consiste en diseñar la base de datos y desarrollar las interfases que comprende el sistema desarrollada en módulos.

### METODOLOGÍA A DESARROLLAR

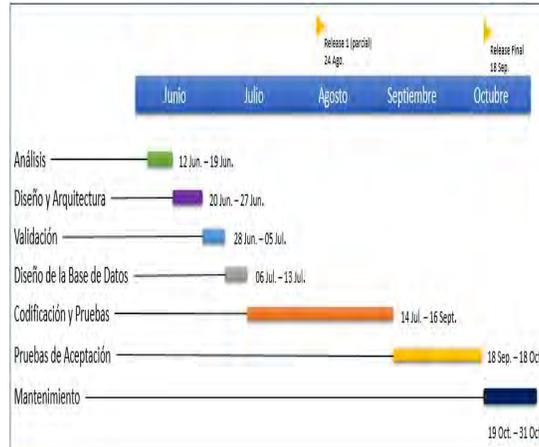
La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es SCRUM, que es una metodología ágil utilizada hoy en día, esto con la finalidad de que se establezca una fecha estimada más clara y permita trabajar con más facilidad el proyecto. En seguida se muestra la figura 1 que ejemplifica este proceso.

Figura 1 Ciclo de vida SCRUM



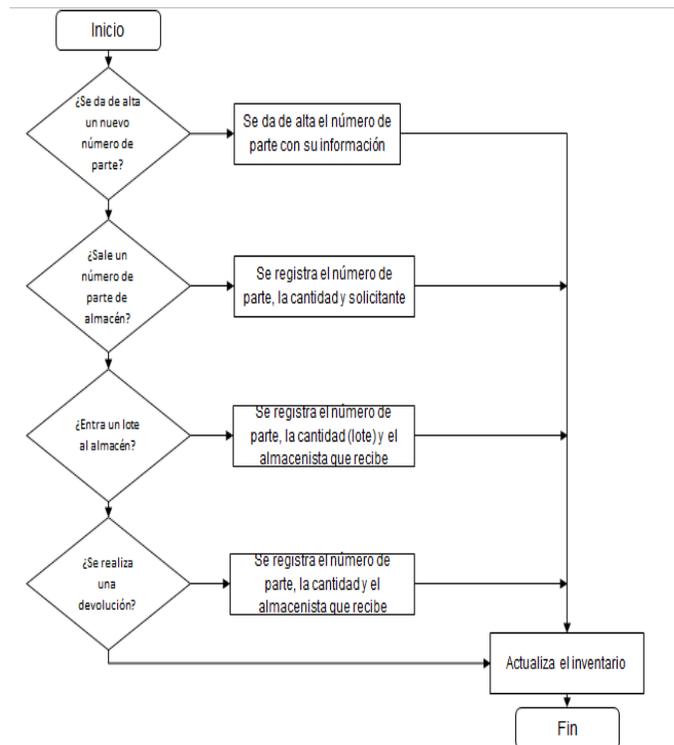
De acuerdo con el cronograma de la figura 2, se muestran las actividades establecidas para el desarrollo del sistema con las fechas establecidas para su realización.

Figura 2 Muestra las actividades realizadas en el semestre junio a octubre de 2018



continuación, se muestra el diagrama de flujo que indica las actividades del proceso desde el ingreso hasta la devolución de los materiales según sea el caso.

Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de inventario



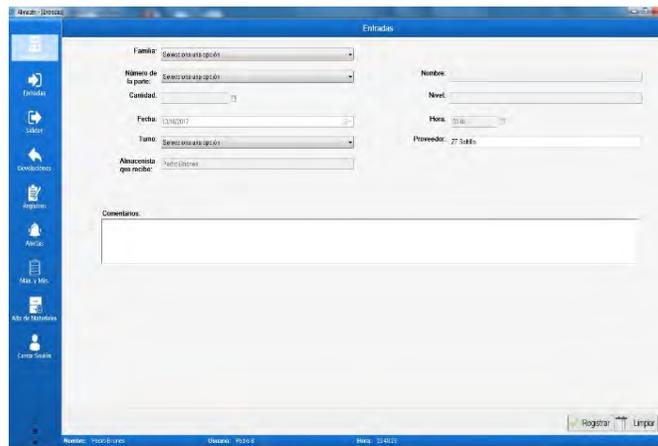
Diseño de la interfaz de los módulos que integra el sistema. El proyecto se inicia con la autenticación del usuario a través de una clave de usuario un password. El menú principal está integrado por dos módulos fabricación y almacén, en la siguiente figura se muestra la interfaz de selección de módulos según corresponda.

Figura 4 Selección de una opción a iniciar



El sistema contempla en la opción de almacén un formulario que registra las entradas de los materiales que se requieren para llevar a cabo los procesos de fabricación requeridos para cubrir las necesidades a los clientes de las diferentes empresas automotrices. En la figura 5 se muestra el formulario con los diferentes campos de entrada tal como Familia, Número de parte, Cantidad...etc.

Figura 5 Entradas de materiales al almacén



En la figura 6 muestras las altas de nuevos materiales para procesos.

Figura 6 Alta de materiales al almacén

The screenshot shows a web-based form titled 'Alta de Materiales'. On the left is a vertical navigation menu with icons for 'Entradas', 'Salidas', 'Divulgación', 'Registros', 'Alertas', 'Máx. y MÍN.', 'Alta de Materiales', and 'Cerrar Sesión'. The main form area contains the following fields:

- Familia:
- Nombre:
- Mínimo:
- Precavido:
- Ubicación:
- Acero:
- Costo ZF:
- No. de Parte:
- Nivel de dibujo:
- Mínimo:
- Fabricar:
- Tiempo de entrega:
- Proveedor:

At the bottom right, there are 'Registrar' and 'Limpiar' buttons. The status bar at the bottom shows 'Número: F0000000', 'Usuario: T0000000', and 'Hora: 04/02/17'.

Figura 7 Solicitud de fabricación

The screenshot shows a web-based form titled 'Solicitud de Fabricación'. On the left is a vertical navigation menu with icons for 'Búsqueda rápida', 'Solicitud Fabricación', 'Lista', 'Inspección rápida', 'Cuarentena', 'Producto Terminado', 'Scrap', and 'Cerrar Sesión'. The main form area contains the following fields:

- No. de parte:
- Cantidad:
- Tipo de Pieza:
- Solicitante:
- Centro de Costos:
- Motivo:
- Descripción de la razón de la compra o requerimiento:
- Nivel de Dibujo:
- Nombre:
- Línea:
- Fecha Requerida:
- No.:
- Comentarios:
- Dibujos:

At the bottom right, there are 'Registrar' and 'Limpiar' buttons. The status bar at the bottom shows 'Número:', 'Usuario:', and 'Hora:'.

Dentro del módulo de fabricación se da de alta la solicitud de fabricación con sus campos correspondientes y en especial un campo de descripción para determinar la razón de la compra o requerimiento, se muestra en la figura 7.

Enseguida se muestra la interfaz de la información del material para fabricación en la figura 8.

Figura 8 Información de material de fabricación

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la implementación del sistema se identifican los siguientes incidentes:

- El personal al presentarse el caso de realizar algunas entradas, salidas o devoluciones de los herramientas las llevaban a cabo hasta el final del turno y no al momento en que se realizaba cada acción, teniendo como consecuencia datos erróneos en lo que registraban.
- Los ingenieros comenzaban a quejarse que, al realizarse una solicitud de fabricación, el sistema pedía algunos archivos representativos de la pieza a fabricar, pero algunos no contaban con esos archivos así que no se podía realizarse la solicitud.

- En la parte del inventario, con tanta información de cada pieza registrada los empleados tenían dificultad en identificar los detalles de alguna en específica.

Ante estos incidentes, fue necesario realizar modificaciones que fueron las siguientes:

- Ayudas visuales para el personal de lo que debe realizarse al momento y lo que debe registrarse.
- Quitar algunos datos en el sistema y dejando solo los necesarios.
- Resaltar lo importante a visualizar.

El proyecto muestra los siguientes resultados finales del proyecto:

- Para en caso de incidencias, se puede encontrar el problema con más facilidad.
- Las solicitudes de fabricación se realizan en forma y tiempo.
- Hay un porcentaje aproximado del 70% de paros de línea evitados.
- En la cuestión del almacén un margen de error del 1% del material que no se tiene físicamente en comparación de lo que muestra el sistema.
- Los errores de los empleados (errores humanos en la información) disminuyeron en un 99%, por lo que modificaciones en la base de datos fueron mínimas o nulas.
- Existe más control en cuanto a la información que manejan los empleados y lo que actualizan.
- Se da un correcto seguimiento a cada proceso.
- Los empleados solo ven la información que necesitan ver.
- Facilidad para identificar cada número de parte fabricado o en proceso de fabricación
- Genera las consultas requeridas de piezas de fabricación o de materiales en las entradas y salidas del almacén
- Genera los reportes o informes requeridos de los usuarios correspondientes en base a sus necesidades.

A continuación, se muestra un reporte de salida de material del almacén, figura 9.

Figura 9 Salidas de material del almacén

The screenshot displays a software window titled 'Salidas' with a blue header and a sidebar on the left containing navigation icons for 'Inicio', 'Turistas', 'Salidas', 'Devoluciones', 'Acquitos', 'Alertas', 'Mapa y Map.', 'Lista de Maquinaria', and 'Cuenta Sesión'. The main area contains a form with the following fields:

- Familia:
- Número de la parte:
- Cantidad:
- Fecha:
- Turno:
- Almacénista que entrega:
- Nombre:
- Nivel:
- Hora:
- Solicitante:

Below the form is a section labeled 'Consultas' with a large empty text area. At the bottom right of the form area are two buttons: 'Registrar' and 'Limpiar'. The status bar at the bottom shows 'Nombre: Pedro Gonzalez', 'Usuario: Pedro A', and 'Hora: 13/10/2017'.

la figura 10 muestra el registro de salidas del almacén.

Figura 10 Registro de salidas

ID	No Parte	cantidad	Fecha	hora	nombre	lugar	comentarios	proveedor
1	1027516	10	28/05/2017	11:26	Arroyo Carlos	1		27 Sable
2	1027626	10	28/05/2017	11:34	Arroyo Carlos	1		27 Sable
3	1027612	8	28/05/2017	11:34	Arroyo Carlos	1		27 Sable
4	1027618	20	28/05/2017	11:32	Arroyo Carlos	1		27 Sable
5	1027612	5	28/05/2017	11:43	Arroyo Carlos	1		27 Sable
6	1027618	1	28/05/2017	11:43	Arroyo Carlos	1		27 Sable
7	1027616	1	28/05/2017	12:28	Arroyo Carlos	1		27 Sable

En la figura 11 se muestra un reporte que contiene una búsqueda rápida de material en fabricación.

Figura 11 Búsqueda rápida de material

No. solicitud	No. Parte	Solicitante	Solicitud
40002	3767217	Arroyo Carlos	Fabricación Exter.
40007	37684176	Arroyo Carlos	Fabricación Exter.
40012	39678936	Arroyo Carlos	Fabricación Inter.

**CONCLUSIONES**

Se concluye que se conoció todo el proceso del área de prensas debido a que el responsable del proyecto describió a detalle todo el proceso paso por paso con la información correspondiente. Una vez con la información completa, recolectada, usando la metodología SCRUM se logró trabajar en tiempo y forma para obtener los

requerimientos del sistema. Se mejoró el flujo de información por lo tanto se logró dar seguimiento a los materiales para trabajar en una forma organizada atendiendo a todas las solicitudes de materiales para dar un mejor servicio a todos los usuarios de forma óptima por medio del sistema minimizando errores en los procesos de producción para cumplir en tiempo y forma con los clientes de la línea automotriz.

Facilidad para identificar problemas más rápido y evitar otros problemas futuros, cabe mencionar que no se eliminó en su totalidad los tiempos muertos de fabricación, pero si permitió disminuirlos.

Así mismo se reducen los paros de líneas a menores incidentes. Los empleados lograron identificar las necesidades de urgencia de tener a tiempo los materiales requeridos en diferentes procesos y su entrega.

Por lo tanto, el proyecto tuvo el impacto que se esperaba, se obtuvo muy buena respuesta en su utilización y se establece que el sistema cumplió con la mayor parte de los objetivos propuestos dirigidos a una mejora continua.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Salazar López, B. (2010). Administración de Inventarios. Octubre 30, 2017, de Ingeniería Industrial Online. SitioWeb: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/>
- Somerville, I. (2005). Ingeniería del Software Séptima Edición. Madrid, España: Pearson Educación S.A
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación Quinta Edición. México, D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editoriales, S.A. de C.V.
- Shmelkes, C., & Elizondo, N. (2012). Manual para la Presentación de Anteproyectos e Informes de Investigación. Tesis. México: Oxford University Press México, S.A. de C.V.
- Roger pressman (2008) Ingeniería de software un enfoque practico: <https://omarenm.wordpress.com/2008/03/03ingenieria-del-software-roger-s-pressman>
- Desconocido. (2016). El inventario en la empresa. Octubre 30, 2017, de Emprende Pyme. Sitio Web: <http://www.emprendepyme.net/inventario>
- Pérez Valdés, D. (2007). ¿Qué son las bases de datos? Octubre 30, 2017, de Maestros de la Web. Sitio Web: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>
- Desconocido. (2013). El Ciclo de Vida del Software. Octubre 2, 2017, de Universidad de Sevilla. Sitio Web: <http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=7550>

# REQUERIMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DE UN ERP EN UNA EMPRESA TEXTIL

MANUEL LUNA LÓPEZ<sup>1</sup>, HUGO ARMANDO AGUILERA GARCÍA<sup>2</sup>, JORGE RAMÓN HERNÁNDEZ BERNAL<sup>3</sup>

## RESUMEN

En la actualidad las empresas requieren del uso de tecnologías para administrar su negocio que le permita cumplir con las expectativas y necesidades del cliente. Las empresas textiles no son la excepción, en este trabajo se determina los procesos y necesidades que tiene la empresa, se definen los módulos a desarrollar y los procesos a integrar al sistema ERP.

De acuerdo a González (2015), propone 4 fases para implementar un ERP, la fase de adopción es en la que se basa este trabajo; se identificaron todos los procesos y se definió su área de impacto, posteriormente se hicieron entrevistas con cada responsable de los procesos previamente definidos y con la herramienta SIPOC se analizaron las entradas hacia cada proceso, así como las actividades y funciones a realizar y las salidas del mismo.

Palabras Clave: Diagrama, ERP y Textil.

## ABSTRACT

At present, companies require the use of technologies to manage their business that allows them to meet customer expectations and needs. Textile companies are no exception, in this work the processes and needs of the company are determined, the modules to be developed and the processes to be integrated into the ERP system are defined.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur del estado de Guanajuato  
m.luna@itsur.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur del estado de Guanajuato  
ha.aguilera@itsur.edu.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur del estado de Guanajuato  
jr.hdz@itsur.edu.mx

According to González (2015), he proposes 4 phases to implement an ERP, the adoption phase is on which this work is based; All the processes were identified and their area of impact was defined, then interviews were made with each person responsible for the previously defined processes and with the SIPOC tool, the inputs to each process were analyzed, as well as the activities and functions to be performed and the outputs of the process. same.

Keywords: Diagram, ERP and Textile.

## **INTRODUCCIÓN**

En la región sur del estado de Guanajuato se caracteriza por el comercio y fabricación de prendas de vestir. La mayoría de las empresas son micro y pequeña. La globalización ha provocado una competencia cada vez más fuerte, por lo que la manera tradicional y despreocupada de administrar su negocio familiar tiene que cambiar, analizando algunas de sus opciones, los fabricantes de ropa, han volteado hacía los sistemas ERP. Los sistemas ERP son considerados como una alternativa de eficiencia en la gestión financiera de la empresa (Guerrero, Luzuriaga, Marín, Guaman, & Bonilla, Jurado, 2018).

Según Pedro Lorca Fernández de Oviedo y Javier de Andrés Suárez (2007) “Los sistemas de información cambian el coste de la obtención de datos sobre el comportamiento del agente. Así, un sistema de información basado en sistemas ERP puede reducir los costes de agencia, al mejorar los flujos comunicativos.

TIC.portal (2019) se refiere el término ERP como Enterprise Resource Planning, que significa “sistema de planificación de recursos empresariales”. Estos programas se hacen cargo de distintas operaciones internas de una empresa, desde producción a distribución o incluso recursos humanos. Lorca & Andrés (2007), establece que los sistemas ERP se pueden definir como aplicaciones estándar y personalizables para cada empresa que contienen soluciones de negocio para los procesos fundamentales de la misma, como pueden ser fabricación, compras y ventas, logística, contabilidad y finanzas, o recursos humanos.

Un ERP es un sistema de información general que forma y dirige muchos de los negocios añadidos con las operaciones de utilidad y de las fases de reparto de un

negocio en el rendimiento de bienes o servicios. Los sistemas de planificación de recursos empresariales son un sistema de gestión de aprendizaje que selecciona muchas de las prácticas del negocio asociada con los aspectos operativos o beneficiosos de una empresa (Tic, 2019).

González (2015), establece una metodología para implementar un sistema ERP en una PyME, la divide en cuatro fases, la primera es adopción, la segunda es selección, la tercera es la implantación y la cuarta fase es post-implantación. Este trabajo describe algunos de los procesos y procedimientos que se producen durante el análisis de los requerimientos técnicos generados durante la etapa de adopción únicamente.

Es importante implementar un sistema ERP en una PyME (pequeña y mediana empresa) porque tiene una realización capaz de cubrir las diferentes áreas funcionales de una estructura empresarial, procura la abundancia organizada de la información entre las áreas, consiguiendo una valiosa visión global centralizada de la situación vigente de negocio.

## **MÉTODOS**

El método utilizado se divide en 4 etapas, los cuales son:

### 1) Visión funcional o departamental

Se levanta la información general de la empresa en cuanto a organización y sistemas utilizando entrevistas, SIPOC, descripción de los procesos y diagramas de flujo.

### 2) Definición de objetivos y estrategia

Se reflexiona sobre el enfoque de implantación, se determina los procesos de negocio que se desean cubrir y si se persiguen ventajas competitivas, se determinan los cambios necesarios a realizar en el proceso de negocio y los beneficios a lograr.

### 3) Gestión del proyecto

Se analiza la viabilidad técnica y económica del proyecto

### 4) Formación de un comité de proyecto

Selección de los principales roles para defender el proyecto ERP.

## RESULTADOS

### 1) Visión funcional o departamental

En esta etapa se realizaron entrevistas al representante de cada área la empresa tiene dos divisiones, administración y manufactura, a su vez se divide en áreas.

Se entrevistó a todos los encargados de área y algunos operadores, cono que se determinaron los siguientes resultados

Descripción de los procesos

Los procesos en los que se divide la empresa son en 8 áreas.

#### 1. Ventas

Se encarga de contactar a los clientes para agendar una cita donde les muestran los modelos, si los nuevos desarrollos de modelos son aceptados por los clientes y pasan las pruebas de ajuste y de laboratorio, posteriormente el área de ventas recibe el pedido del cliente, calcula el consumo de materia prima y pasa los datos a almacén, así mismo calculan el costo por operación y el costo total de la prenda y envían estos datos a logística junto con el orden de compra.

#### 2. Diseño

Diseña los modelos que piden los clientes y graduaciones de las tallas, así mismo propone y desarrolla nuevos diseños, determina la secuencia de operaciones de confección y genera un documento con las especificaciones correspondientes, el tiempo de confección y peso de los lienzos y manda este documento a logística para hacer de su conocimiento al personal de confección.

#### 3. Logística

- Genera el número de modelo junto con las fichas técnicas de los nuevos modelos y las envía a la dirección.
- Genera orden de producción para tejido y tarjeta viajera para confección
- Generar formato para distribuir las maquilas.
- Genera formatos de reprocesos.
- Desarrolla formato FIT y de pruebas de laboratorio.

#### 4. Almacén de materia prima

Da seguimiento al documento que especifica el consumo de materia prima y la composición del tipo de hilo. Revisa en almacén de materia prima si hay material, si

no cuenta con materia prima suficiente genera el orden de compra para el proveedor, la envía y pasa los datos a contabilidad. Al recibir la materia prima la ingresa al sistema, también entrega la materia prima al área de tejido y da las bajas de latería prima utilizada, se encarga de llevar un control de inventario semanalmente.

#### 5. Tejido

Genera formato de tiempos de máquina y hace una programación o asignación de las cargas de trabajo a las máquinas, los tamaños de los lotes son de 50 piezas con todos sus componentes frente, espalda y dos mangas, al completar el total de piezas del lote se le envía a confección.

#### 6. Confección

En el proceso de confección se lleva a cabo las actividades de planchado de lienzo, así como el corte del mismo (de ser necesario), posteriormente se realiza el proceso de confección en las diferentes maquinas (overlock o recta) y se revisa la calidad de la prenda, se pasa a planchado y posteriormente a empaquetado, finalmente si el proceso se ha realizado correctamente, la información final del producto es enviado a las contadoras.

#### 7. Finanzas, cobranzas y pagos

Parte administrativa de la empresa, la cual se encarga de realizar el registro de factura de materia prima y la realización de la nómina, el cobro del producto a los clientes, y de pagar al personal, proveedores y los servicios básicos.

#### 8. Almacén de producto terminado

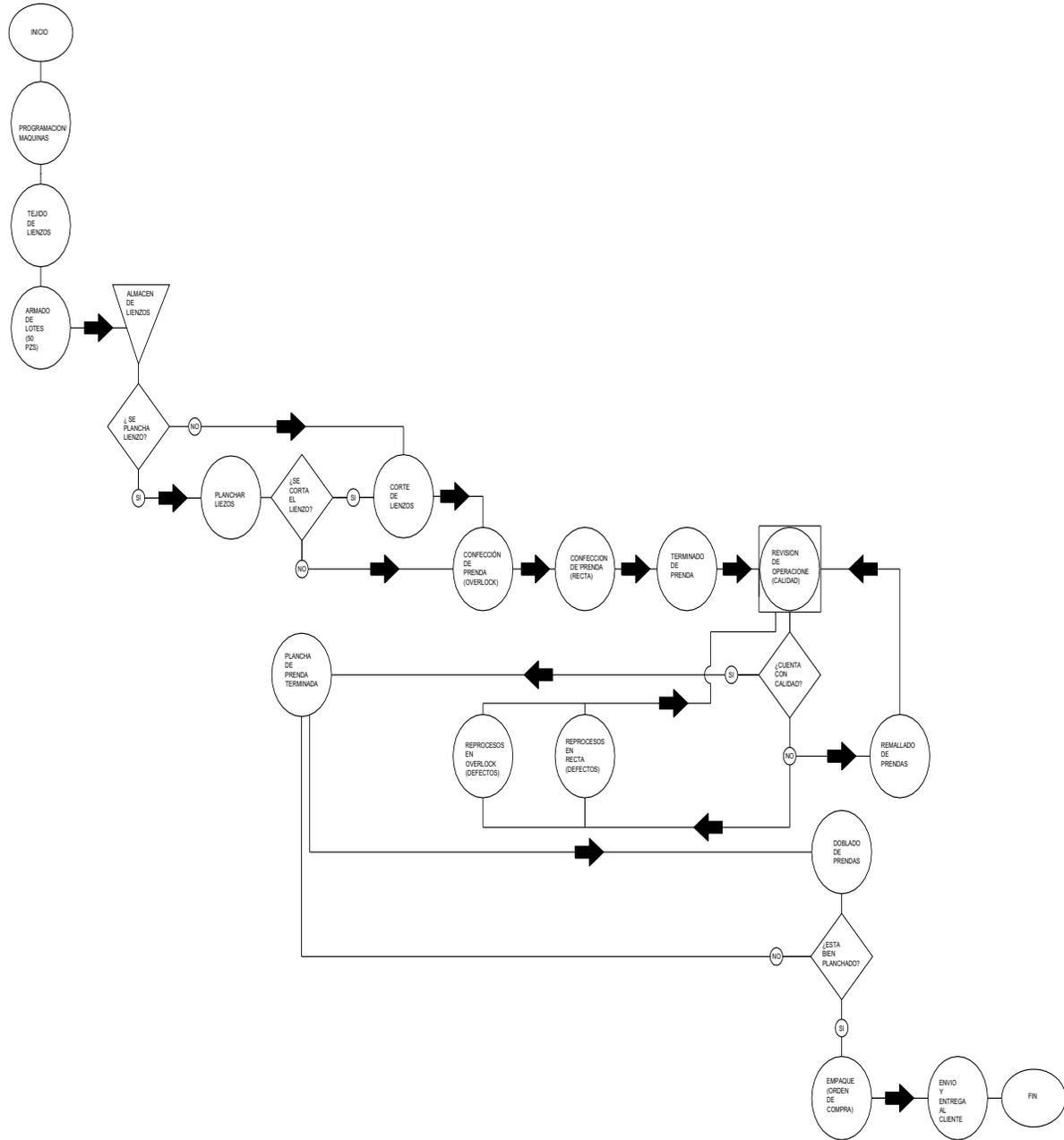
Cuando la prenda a finalizado el proceso de producción y está lista para ser enviada al cliente, la prenda se va al almacén de producto terminado, en donde se guarda y se da de alta en el sistema, posteriormente cuando el producto está listo para ser entregado al cliente, la prenda se da de baja en el sistema y el proceso termina.

En la figura 1 se mapea el proceso de fabricación desde que se recibe un pedido hasta que se le da cumplimiento al mismo.

En este proceso interviene directa e indirectamente todo el personal de la empresa y áreas.

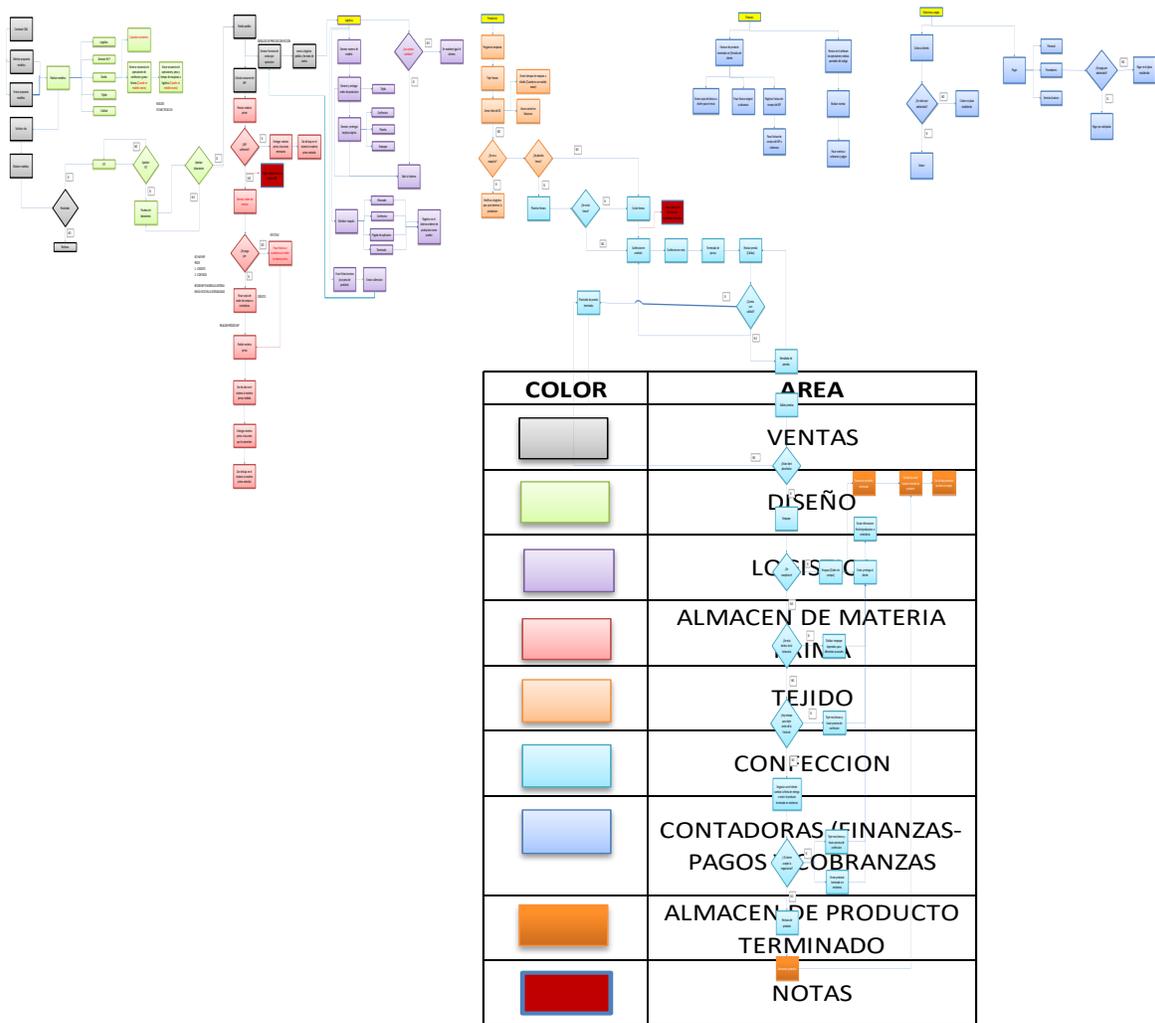
En la figura 2 se puede observar todas las áreas y la forma en que están interactuando.

Figura 1 mapeo del proceso de fabricación de una prenda



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 mapeo general



Fuente: Elaboración propia

2) Definición de objetivos y estrategia

se reflexiona sobre el enfoque de implantación, se determina los procesos de negocio que se desean cubrir y si se persiguen ventajas competitivas, se determinan los cambios necesarios a realizar en el proceso de negocio y los beneficios a lograr.

3) Gestión del proyecto

Se analiza la viabilidad técnica y económica del proyecto, al cierre de este documento se han revisado dos opciones software sw código abierto el sistema Apache OFBiz y el sistema ADempiere.

Sistema ERP Apache OFBiz (The Apache Open For Business Project)

Es un conjunto de aplicaciones empresariales lo suficientemente flexible como para ser utilizado en cualquier industria. Una arquitectura común permite a los

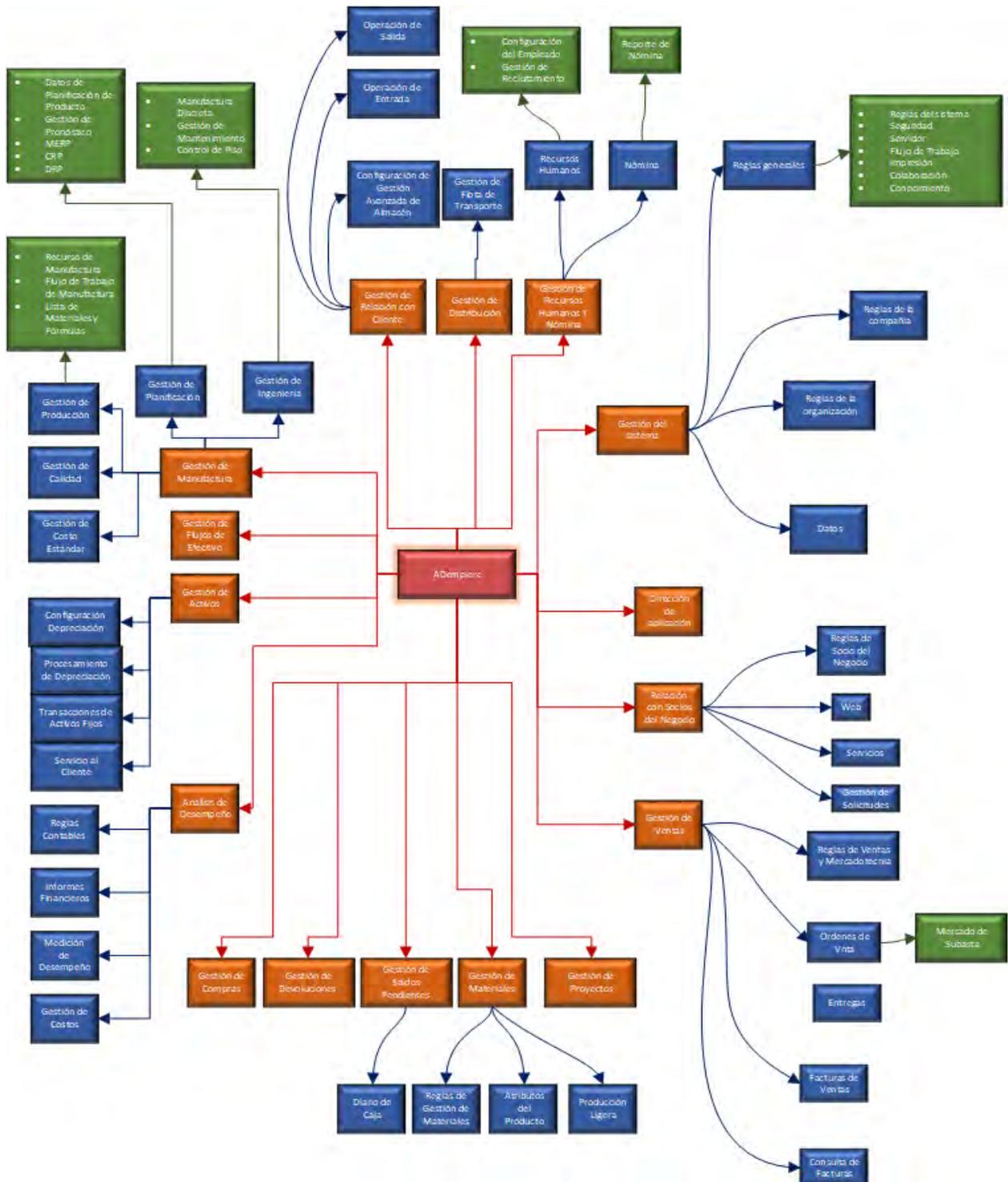
desarrolladores ampliarla o mejorarla fácilmente para crear funciones personalizadas.

Es un sistema ERP de código abierto que automatiza los procesos de la empresa opensource integra varios bloques: Open Source ERP (Enterprise Resource Planning), Open Source CRM (Customer RelationShip Management), Open Source E-Business e E-Commerce (comercio electrónico), Open Source SCM (Supply Chain Management), Open Source MRP (Manufacturing Resources Planning), Open Source CMMS/EAM (Maintenance Management System/Enterprise Asset Management), Open Source POS (Point Of Sale), entre otros.

Sus funcionalidades principales son: sistema avanzado de comercio electrónico, gestión de catálogos online, gestión de promoción y precios, gestión de pedidos (ventas y compras), gestión de clientes, gestión de almacén, logística y stock, contabilidad (factura online, pagos, cuentas de facturación, activos fijos, etc.); gestión de eventos, tareas, eventos, blogs, foros, puntos de ventas POS, y varias más.

Sistema ERP ADempiere. ADempiere es un sistema ERP gratuito y de código abierto diseñado para pequeñas y medianas empresas. Está desarrollado en Java por su comunidad de usuarios, por lo que su código fuente está disponible para su modificación a través de HitHub, soportando sistemas gestores de base de datos como Postgres SQL y MySQL. Está disponible para los sistemas operativos

Figura 3. Módulos del sistema ER ADempiere



Fuente: ADempiere hardware and operating system requirements: Packtpub. (s.f.)

Windows, Linux, Unix y Mac y en cinco idiomas disponibles incluyendo el español. Al tener a disposición el código fuente, el sistema es flexible y escalable, además de ofrecer una cómoda interfaz de usuario y estar disponible a través de la nube.

El sistema ERP ADempiere tiene 17 módulos, los cuales, visualmente, se segmentan o dividen en forma de árbol dentro de la aplicación. Cada módulo consta de diferentes opciones: Reportes, llenado de datos, flujos de trabajo y reportes. Además, permite agregar más módulos personalizados.

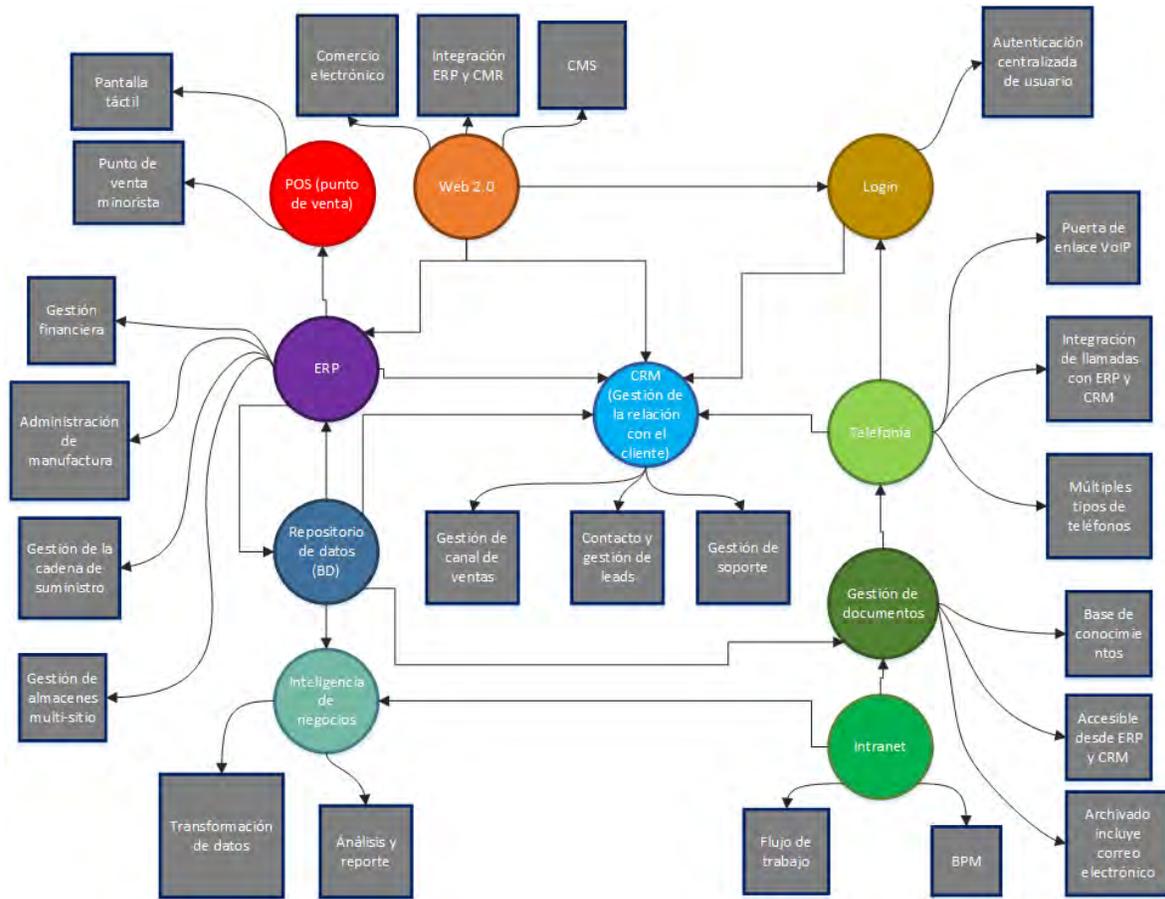
En la figura 3 se puede observar los 17 módulos por defecto de ADempiere (naranja) con sus respectivos submódulos (azules) (no todos los módulos tienen submódulos), así como los submódulos de estos submódulos (verde), de acuerdo al árbol organizacional de la aplicación de ADempiere

Según (Aryani, Perin, Lungu, Mahmood, & Nierstrasz, 2014) el sistema tiene un rico conjunto de componentes de IU (Interfaz de Usuario) y cuatro front-end distintos entre los que el usuario puede elegir, incluida una GUI de Java y tres interfaces web. Y, como ya se mencionó anteriormente, el sistema utiliza en gran medida sistemas de gestión de bases de datos relacionales (por ejemplo, PostgreSQL y Oracle) para el almacenamiento de datos, así como para almacenar la lógica empresarial.

Este ERP es un complejo sistema de código abierto con más de 2 millones de líneas de código, más otro medio millón en las casi 3531 clases que contiene.

En la figura 4 se Integración de todas las posibilidades que se pueden alcanzar con ADempiere y sus múltiples opciones, tales como punto de venta, telefonía, Intranet, gestión de documentos, etc. Todo interrelacionado e integrado

Figura 4. Integración de las múltiples opciones



Fuente: ADempiere hardware and operating system requirements: Packtpub. (s.f.)

### Determinación de requerimientos de necesidades de la empresa

De acuerdo a.com (2017) para hacer un análisis del negocio se utilizó como base los requerimientos de negocio, el análisis de negocio se puede seguir con los siguientes pasos:

- Realizar un análisis de uso para ayudar a determinar la carga esperada en la implementación
- Crear un conjunto de casos de uso que modelen la interacción típica del usuario con la implementación
- Crear un conjunto de requisitos de sistema que se derivan de los requerimientos de negocio, de los casos de uso y análisis de uso que se hizo.

La fase de requisitos técnicos contiene casos de uso, análisis de uso y requerimientos del sistema. Los casos de uso proporcionan entradas a los requisitos del sistema ya la arquitectura lógica.

La empresa cuenta con infraestructura y no tiene ningún inconveniente para invertir lo necesario en equipo.

#### 4) Formación de un comité de proyecto

Selección de los principales roles para defender el proyecto ERP.

Se dividieron los roles principales en:

- Patrocinador o líder se eligió al representante de la empresa, ya que es la persona que puede gestionar los riesgos, los recursos, coordinar las actividades y asegurar el seguimiento al proyecto.
- Comité funcional se eligió la figura del gerente de operaciones, ya que es la máxima autoridad operativamente hablando, y es uno de los mas interesados en el seguimiento y buen funcionamiento del sistema ERP.
- Comité de usuarios se eligieron a un representante por área y a todos los afectados directamente con la implementación de esta herramienta.

### **DISCUSIÓN**

En conclusión, el modulo que le interesa para iniciar su desarrollo en el software ERP de código abierto es el de manufactura o fabricación, en específico el área de tejido, con un tipo de negocio business to employee (B2E), con los roles de administrador del sistema, él puede dar altas, bajas, contraseñas, etc., el rol de usuario con permisos hacer análisis, reportes, etc. Y el del usuario sin permisos únicamente registra datos.

El software que más interesa al empresario y se adecua a su proceso, es el sistema ERP Apache OFBiz, cuenta con 27 módulos, además que se puede trabajar directamente en internet, sin necesidad de instalar la aplicación en cada computadora que se vaya a utilizar.

Se puede trabajar e iniciar con el módulo que sea de su agrado.

Con el apoyo de este sistema la empresa textil

**REFERENCIAS BLIOGRÁFICAS**

- ADempiere hardware and operating system requirements: Packtpub. (s.f.). Obtenido de Packtpub: [https://subscription.packtpub.com/book/application\\_development/9781847197269/1/ch01lvl1sec01/adempiere-hardware-and-operating-system-requirements](https://subscription.packtpub.com/book/application_development/9781847197269/1/ch01lvl1sec01/adempiere-hardware-and-operating-system-requirements)
- Aryani, A., Perin, F., Lungu, M., Mahmood, A. N., & Nierstrasz, O. (2014). University of Groningen research database: University of Groningen. Obtenido de University of Groningen: <https://www.rug.nl/research/portal/files/32662240/Arya14aJSME.pdf>
- Carrión, F., & Cedillo, P. (15 de Agosto de 2017). Metodología para la selección de sistemas enterprise resource planning desplegados en la nube para pequeñas y medianas empresas: Aproximación alineada con la realidad ecuatoriana. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Cuenca, L., & Boza, A. (Julio de 2015). Estudio comparativo de paquetes ERP: ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/266405190\\_Estudio\\_comparativo\\_de\\_paquetes\\_ERP](https://www.researchgate.net/publication/266405190_Estudio_comparativo_de_paquetes_ERP)
- Evaluando ERP.com <https://www.evaluandoerp.com/analisis-requisitos-tecnicos-satisfacer-necesidades-del-negocio/> (2017)
- González, P. (Julio de 2015). Implantación de un Sistema ERP en una PyME: ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/280934802\\_Implantacion\\_de\\_un\\_Sistema\\_ERP\\_en\\_una\\_PyME](https://www.researchgate.net/publication/280934802_Implantacion_de_un_Sistema_ERP_en_una_PyME)
- Guerrero, Luzuriaga, A., Marín, Guaman, M., & Bonilla, Jurado, D. (2018). Erp como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. Redalyc, 182-192.
- Jha, L. (2008). Customer Relationship Management: A Strategic Approach. En L. Jha, Customer Relationship Management: A Strategic Approach (pág. 165). Nueva Delhi: Global India Publications Pvt Ltd.
- Kumar, A. (2011). Adempiere 3.6 Cookbook. Packt Publishing Ltd.
- Lorca, P., & Andrés, J. d. (Enero de 2007). Efectos de la implantación de sistemas integrados de gestión (ERP) en las grandes empresas españolas: ResearchGate. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/271821544>
- Manual: ADempiere. (3 de Marzo de 2009). Obtenido de ADempiere: <http://wiki.adempiere.net/Manual>
- Microsoft. (s.f.). ¿Qué es un ERP? Madrid, España.
- Tic, P. (2019). Tic.portal. Obtenido de <https://www.ticportal.es/>

---

# EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE UNA EMPRESA DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS MEDIANTE UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.

YADIRA LIZETH GONZAGA CAMPOS<sup>1</sup>, IMANOL MÉNDEZ ROMÁN<sup>2</sup>, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES<sup>3</sup>,

## RESUMEN

El presente artículo se llevó a cabo en el área de almacén de una empresa manufacturera especializada en componentes mecánicos de centrales de generación de energía, ubicada en la ciudad de Veracruz, Veracruz. El procedimiento realizado comenzó con el estudio del proceso de entradas y salidas en el almacén, posteriormente se determinaron los problemas principales, una vez identificados se comenzó el desarrollo de la metodología del Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Después de haber realizado el cálculo de los Números de Prioridad de Riesgo (NPR) se plantearon las acciones de mejora necesarias para mitigar los modos potenciales de falla prioritarios.

Palabras clave: Almacén, AMEF, Proceso de entradas y salidas

## INTRODUCCIÓN.

La competencia empresarial a nivel global ha forzado a que las organizaciones optimicen sus procesos productivos y de servicios para satisfacer las necesidades y demandas de sus clientes. La innovación tecnológica se ha convertido en un proceso dinámico y estratégico en las empresas, con lo que se garantiza su permanencia en el mercado y su salud financiera (De los Santos, Mejía y

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. yadi\_li06@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. imanolmendezroman29@outlook.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. juan.alberto.hdezmor@gmail.com

Domínguez, 2017). Considerando lo anterior, resolver problemas es hoy en día una de las principales actividades de todas las empresas, en este sentido García (2015) comenta que se estima en las empresas que los esfuerzos para resolver los problemas ocupan en torno al 80% del trabajo, mientras que la planificación y prevención tan sólo un 10%, y la toma de decisiones otro 10%, es por ello que recomienda al AMEF como la herramienta que ayuda a planificar y prevenir, introduciendo la calidad en la fase de diseño.

La base de toda empresa manufacturera o de servicio es la compra y venta de bienes y servicios (Sánchez, 2011), por tal motivo se ve reflejada la importancia que tiene el manejo de inventarios en la organización, sin embargo en estos tiempos modernos ha alcanzado una notoriedad muy alta al escuchar en cualquier empresa que se deben mantener niveles óptimos ya que si se mantienen niveles demasiado altos el costo podría llevar a una empresa a tener problemas de liquidez financiera debido a que un inventario parado inmoviliza recursos que podrían ser mejor utilizados en funciones más productivas pudiéndose tornar obsoleto, esto quiere decir que quedaría fuera de uso y corre el riesgo de dañarse. (Velázquez, 2012)

Para el caso de la empresa bajo estudio resulta indispensable mantener controlado, vigilado y organizado el inventario, por lo que se debe tener especial cuidado en el área, para el resguardo del equipo de trabajo con el que opera la organización, mismos que son vitales para el cumplimiento de los requerimientos y satisfacción del cliente. El análisis de problemas y desarrollo del AMEF permitirá identificar las deficiencias que puedan estar afectando el correcto funcionamiento de los procedimientos dentro del área de almacén, prevenir posibles fallas y una vez determinados estos se pondrán en marcha las acciones recomendadas para el control de inventarios.

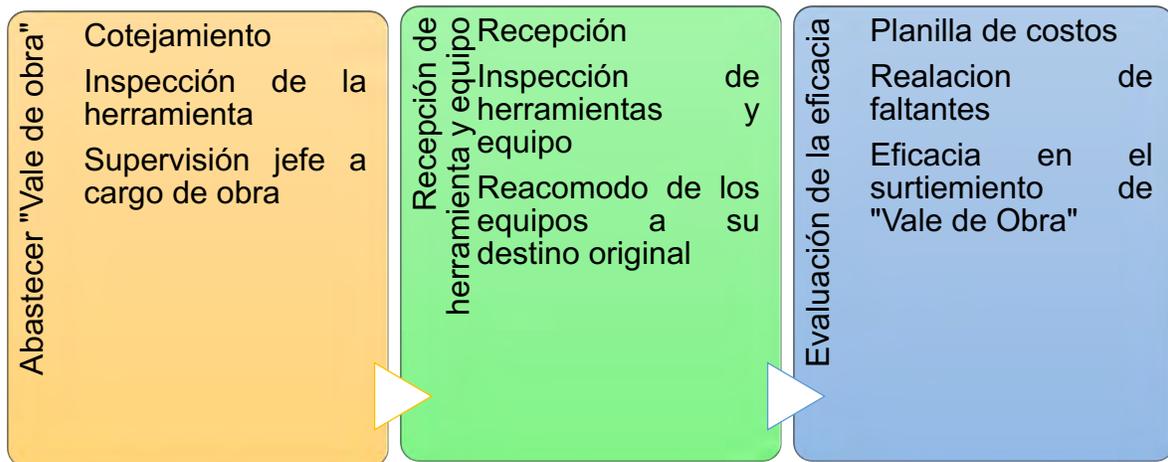
## **METODOLOGÍA**

### **A. PROCESO DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL ALMACÉN**

El proceso a analizar es el que se lleva a cabo en un el almacén de una empresa de diseño y fabricación de máquinas herramientas ubicada en Veracruz, Ver., el cual se describe en la Figura 1. La primera fase del proceso es abastecer los “Vales

para Obra” que son solicitados en el almacén para ello se realiza el cotejamiento de herramienta física, inspección del estado de las mismas, finalmente se realiza una verificación junto con el jefe a cargo de la obra, para después ser ordenada en algún contenedor o transporte según sea el caso, la segunda etapa es la recepción de materiales al regreso de las obras para su reacomodo, nuevamente cotejando con el formato “vale de obra”, en la cual se realiza una inspección del equipo para verificar su estado al regreso y nuevamente ubicarlas en su lugar de origen, por último se calculan los indicadores planilla de costos y cálculo de la eficacia en los procesos; para esto se llenan los formatos de relación de faltantes y el formato eficacia del surtimiento de vale de obra.

Figura 1. Proceso de operación en almacén de IMHP de México.



## B. ANÁLISIS DE PROBLEMAS PRINCIPALES

Para la determinación de los principales problemas en los procesos del almacén, se realizó un monitoreo en el cual se llevó el registro los problemas existentes y la frecuencia con que sucedían, los resultados se registraron en la Tabla 1, en cada uno se calculó el porcentaje relativo con la que se presentaban tales eventos.

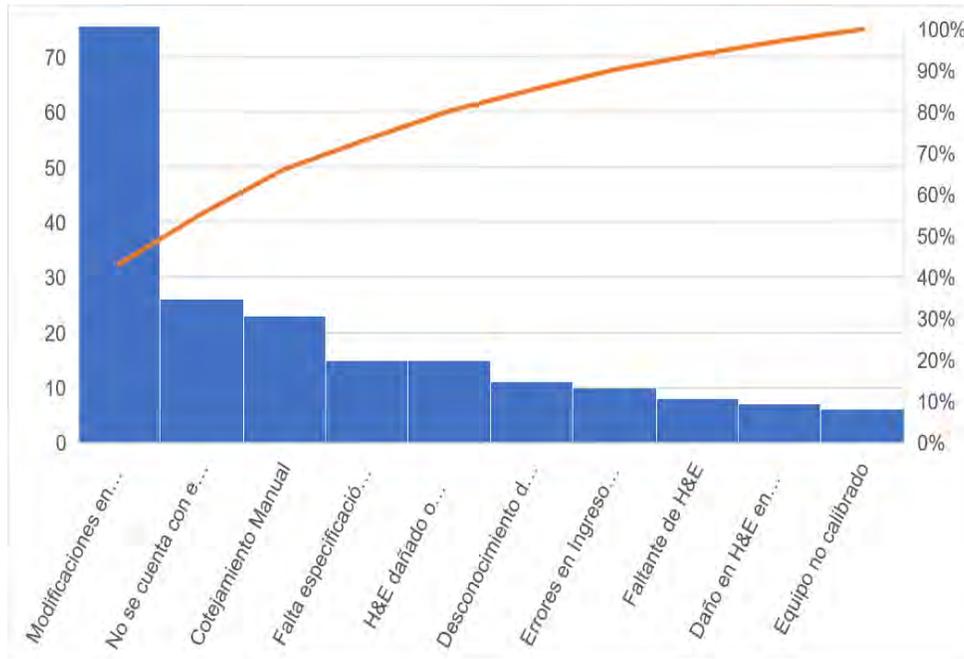
Con esa información se procedió a elaborar el diagrama de Pareto de la Figura 2 donde se puede apreciar claramente que los principales problemas son los relacionados a las modificaciones en lista, que no se cuenta con el equipo al momento del surtimiento, cotejamiento manual, la falta de especificación en la descripción de inventario, así como herramienta y equipo dañado o inservible. En menor medida, pero aún como problemas importantes, se tiene desconocimiento de

la ubicación de equipo, errores en ingreso manual y faltante de herramienta y equipo.

Tabla 4. problemas presentados en procesos de almacén

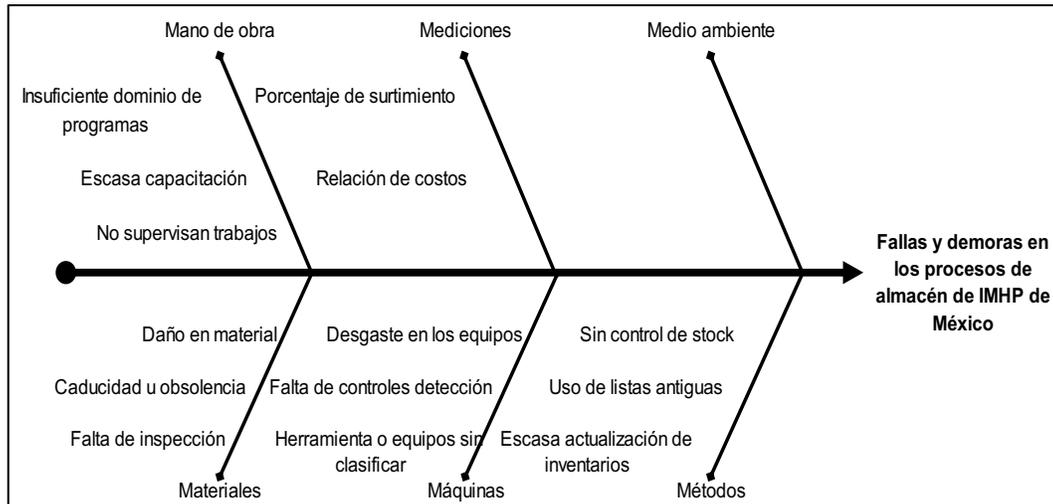
Problema	Frecuencia	Porcentaje
No se cuenta con el equipo requerido	26	12.21%
Falta especificación en la descripción de inventario	15	7.04%
Modificaciones en lista	92	43.19%
H&E dañado o inservible	15	7.04%
Equipo no calibrado	6	2.82%
Desconocimiento de la ubicación de equipo	11	5.16%
Daño en H&E en obra	7	3.29%
Faltante de H&E	8	3.76%
Cotejamiento Manual	23	10.80%
Errores en Ingreso manual al programa	10	4.69%
<b>TOTAL</b>	<b>213</b>	

Figura 2. Diagrama de Pareto de problemas principales en el almacén



Considerando la información del análisis anterior y en una investigación directamente con el personal del área, se pudieron establecer diversas causas para las fallas y demoras en el en los procesos del área de almacén de la organización, mismos que fueron representados en el diagrama de Causa–Efecto de la Figura 3.

Figura 3. Diagrama de Causa-Efecto para las fallas y demoras en el almacén.



C. MODOS POTENCIALES DE FALLA

Con los problemas principales de la etapa anterior, se procedió a iniciar el desarrollo de la metodología AMEF, lo primero que se estableció fue la etapa del proceso en la que ocurre cada uno de los problemas principales, mismos que fueron denominados como “Modo potencial de falla”. Las primeras dos columnas de la tabla AMEF son las que aparecen en la Tabla 2.

Tabla 5. Modos potenciales de falla.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla
<b>Abastecimiento de "Vale de Obra"</b>	No se cuenta con el equipo requerido.
	Falta especificación en la descripción de inventario
	Modificaciones en lista
	Herramienta y equipo dañado o inservible
	Desconocimiento de la ubicación de equipo
<b>Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra</b>	Cotejamiento Manual
	Faltante de H&E
<b>Evaluación de costos y eficacia</b>	Errores en Ingreso manual al programa de costos

D. Efectos potenciales de falla

Considerando esos modos de falla, se procedió a evaluar cuáles eran los efectos potenciales que pudieran causar en el proceso de salidas y llegadas de equipo, del mismo modo se cuantificó la severidad del efecto. Las dos columnas que se agregaron a la tabla AMEF son las que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Efectos potenciales y severidad.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	S
<b>Abastecimiento de "Vale de Obra"</b>	No se cuenta con el equipo requerido.	Espera para compra o sustitución de nuevo material hasta su adquisición.	9
	Falta especificación en la descripción de inventario	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos físicamente como en el sistema, posibles pérdidas de los equipos sin detección alguna.	7
	Modificaciones en lista	Retrabajo en la búsqueda de los equipos y descripción de listados	2
	Herramienta y equipo dañado o inservible	Desabasto de materiales, para lo cual se debe esperar a realizar compra de nuevo material y representa pérdidas monetarias.	10
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	No se encuentra el equipo, hay retrasos en la búsqueda e identificación de los mismos, se puede llegar a perder el equipo sin detección alguna.	8
<b>Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra</b>	Cotejamiento Manual	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos.	2
	Faltante de H&E	Poca disponibilidad de equipos para futuras obras adjudicadas o para obra en taller, pérdidas monetarias.	10
<b>Evaluación de costos y eficacia</b>	Errores en Ingreso manual al programa de costos	Retrabajos al cometer errores de ingreso y demoras en la búsqueda y conteo de consumibles, mal manejo de la información.	6

E. Causas potenciales de falla

Analizando cada uno de los modos y efectos potenciales de falla, junto con el personal de la empresa, se determinaron cuáles eran las causas potenciales que originaron esas fallas, se encontraron situaciones predominantes y cada una se le asignó un nivel de ocurrencia, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Causas potenciales y ocurrencias.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	S	Causas potenciales de falla	O
Abastecimiento de "Vale de Obra"	No se cuenta con el equipo requerido.	Espera para compra o sustitución de nuevo material hasta su adquisición.	9	Falta de sistema para control de Stock, nunca antes requerido para una obra.	5
	Falta especificación en la descripción de inventario	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos físicamente como en el sistema, posibles pérdidas de los equipos sin detección alguna.	7	Escasa actualización de inventario, herramientas y Equipos sin clasificar	7
	Modificaciones en lista	Retrabajo en la búsqueda de los equipos y descripción de listados	2	Encargado no actualiza el vale para la obra especificada, uso de listas antiguas.	9
	Herramienta y equipo dañado o inservible	Desabasto de materiales, para lo cual se debe esperar a realizar compra de nuevo material y representa pérdidas monetarias.	10	Descuido y falta de supervisión para detección temprana.	5
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	No se encuentra el equipo, hay retrasos en la búsqueda e identificación de los mismos, se puede llegar a perder el equipo sin detección alguna.	8	Herramientas y Equipos sin clasificar, no se regresa al lugar de origen.	3
Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra	Cotejamiento Manual	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos.	2	Falta de sistemas tecnológicos para gestionar los procesos de entrada, se cruzan responsabilidad de ejecución de otras actividades.	10
	Faltante de H&E	Poca disponibilidad de equipos para futuras obras adjudicadas o para obra en taller, pérdidas monetarias.	10	Robo hormiga, sin medidas de control en obras fuera de almacén	6
Evaluación de costos y eficacia	Errores en Ingreso manual al programa de costos	Retrabajos al cometer errores de ingreso y demoras en la búsqueda y conteo de consumibles, mal manejo de la información.	6	Insuficiente dominio de programas, falta de un control sistema, uso de nuevas tecnologías.	5

F. Controles actuales

Como siguiente etapa, se determinaron cuáles eran los controles de detección para cada uno de los modos potenciales y evaluando la eficiencia de cada uno de ellos, se cuantificó el nivel de detección.

Recuérdese que niveles bajo indican detecciones oportunas y valores altos representan que es difícil que el modo de detección identifique el modo de fallo. (Véase Tabla 5)

Tabla 5. Controles y nivel de detección.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	S	Causas potenciales de falla	O	Controles de detección	D
Abastecimiento de "Vale de Obra"	No se cuenta con el equipo requerido.	Espera para compra o sustitución de nuevo material hasta su adquisición.	9	Falta de sistema para control de Stock, nunca antes requerido para una obra.	5	Supervisores de obra, encargados de almacén, sistema de inventarios.	6
	Falta especificación en la descripción de inventario	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos físicamente como en el sistema, posibles pérdidas de los equipos sin detección alguna.	7	Escasa actualización de inventario, herramientas y Equipos sin clasificar	7		6
	Modificaciones en lista	Retrabajo en la búsqueda de los equipos y descripción de listados	2	Encargado no actualiza el vale para la obra especificada, uso de listas antiguas.	9	Encargado de almacén y encargado de taller.	3
	Herramienta y equipo dañado o inservible	Desabasto de materiales, para lo cual se debe esperar a realizar compra de nuevo material y representa pérdidas monetarias.	10	Descuido y falta de supervisión para detección temprana.	5	Trabajadores , encargado de almacén y encargado de taller.	3
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	No se encuentra el equipo, hay retrasos en la búsqueda e identificación de los mismos, se puede llegar a perder el equipo sin detección alguna.	8	Herramientas y Equipos sin clasificar, no se regresa al lugar de origen.	3	Sistema de inventarios, encargados de almacén, algunos obreros y jefe de taller.	4
Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra	Cotejamiento Manual	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos.	2	Falta de sistemas tecnológicos para gestionar los procesos de entrada, se cruzan responsabilidad de ejecución de otras actividades.	10	Vales de obra archivados, encargados de almacén durante el ingreso de los equipos al regreso de obra	3
	Faltante de H&E	Poca disponibilidad de equipos para futuras obras adjudicadas o para obra en taller, pérdidas monetarias.	10	Robo hormiga, sin medidas de control en obras fuera de almacén	6	Vales de obra, personal de almacén encargado de la descarga y reubicación de los equipos.	5
Evaluación de costos y eficacia	Errores en Ingreso manual al programa de costos	Retrabajos al cometer errores de ingreso y demoras en la búsqueda y conteo de consumibles, mal manejo de la información.	6	Insuficiente dominio de programas, falta de un control sistema, uso de nuevas tecnologías.	5	Encargados de almacén al momento realizar diversas revisiones y modificaciones.	3

G. Cálculo de los Números de Prioridad de Riesgo

Para finalizar la elaboración inicial de la tabla AMEF se tuvo que calcular el NPR en cada uno de los modos potenciales de falla. Como se presentó anteriormente, dicho valor se obtiene multiplicando la severidad, la ocurrencia y la detección. Solamente los valores más altos son los que presentan problemas fuertes para la organización, los resultados alarmantes son los que aparecen coloreados en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculo del NPR.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	S	O	D	NPR
Abastecimiento de "Vale de Obra"	No se cuenta con el equipo requerido.	9	5	6	270
	Falta especificación en la descripción de inventario	7	7	6	294
	Modificaciones en lista	2	9	3	54
	Herramienta y equipo dañado o inservible	10	5	3	150
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	8	3	4	96
Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra	Cotejamiento Manual	2	10	3	60
	Faltante de H&E	10	6	5	300
Evaluación de costos y eficacia	Errores en Ingreso manual al programa de costos	6	5	3	90

**RESULTADOS**

**TABLA AMEF**

Siguiendo todos los pasos que se explicaron en el capítulo anterior, se logró estructurar la Tabla 7 que contiene el AMEF completo, desde la etapa del proceso, pasando por los modos, efectos y causas potenciales, hasta el cálculo del NPR.

Tabla 7. Tabla AMEF de almacén.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	S	Causas potenciales de falla	O	Controles de detección	D	NPR
<b>Abastecimiento de "Vale de Obra"</b>	No se cuenta con el equipo requerido.	Espera para compra o sustitución de nuevo material hasta su adquisición.	9	Falta de sistema para control de Stock, nunca antes requerido para una obra.	5	Supervisores de obra, encargados de almacén, sistema de inventarios.	6	270
	Falta especificación en la descripción de inventario	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos físicamente como en el sistema, posibles pérdidas de los equipos sin detección alguna.	7	Escasa actualización de inventario, herramientas y Equipos sin clasificar	7		6	294
	Modificaciones en lista	Retrabajo en la búsqueda de los equipos y descripción de listados	2	Encargado no actualiza el vale para la obra especificada, uso de listas antiguas.	9	Encargado de almacén y encargado de taller.	3	54
	Herramienta y equipo dañado o inservible	Desabasto de materiales, para lo cual se debe esperar a realizar compra de nuevo material y representa pérdidas monetarias.	10	Descuido y falta de supervisión para detección temprana.	5	Trabajadores , encargado de almacén y encargado de taller.	3	150
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	No se encuentra el equipo, hay retrasos en la búsqueda e identificación de los mismos, se puede llegar a perder el equipo sin detección alguna.	8	Herramientas y Equipos sin clasificar, no se regresa al lugar de origen.	3	Sistema de inventarios, encargados de almacén, algunos obreros y jefe de taller.	4	96
<b>Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra</b>	Cotejamiento Manual	Demoras en la búsqueda e identificación de los equipos.	2	Falta de sistemas tecnológicos para gestionar los procesos de entrada, se cruzan responsabilidad de ejecución de otras actividades.	10	Vales de obra archivados, encargados de almacén durante el ingreso de los equipos al regreso de obra	3	60
	Faltante de H&E	Poca disponibilidad de equipos para futuras obras adjudicadas o para obra en taller, pérdidas monetarias.	10	Robo hormiga, sin medidas de control en obras fuera de almacén	6	Vales de obra, personal de almacén encargado de la descarga y reubicación de los equipos.	5	300
<b>Evaluación de costos y eficacia</b>	Errores en Ingreso manual al programa de costos	Retrabajos al cometer errores de ingreso y demoras en la búsqueda y conteo de consumibles, mal manejo de la información.	6	Insuficiente dominio de programas, falta de un control sistema, uso de nuevas tecnologías.	5	Encargados de almacén al momento realizar diversas revisiones y modificaciones.	3	90

Las acciones que se recomiendan para para cada modo potencial de falla son las que aparecen en la Tabla 8. Se agregaron las acciones recomendadas para los NPR mayores que 100 puntos, así mismo aparecen los responsables para llevar a cabo las acciones.

Tabla 8. Acciones recomendadas en el AMEF.

Etapa del proceso	Modo potencial de falla	NPR	Acciones recomendadas	Responsables
Abastecimiento de "Vale de Obra"	No se cuenta con el equipo requerido.	270	Llevar a cabo un programa para el control de stock así como la actualización de inventarios para la mejor detección de faltantes.	Jefe y auxiliar de almacén
	Falta especificación en la descripción de inventario	294	Dar de alta oportunamente los equipos nuevos al ingresarse a almacén. Programar periodos para la actualización de inventarios.	Jefe y auxiliar de almacén
	Modificaciones en lista	54		
	Herramienta y equipo dañado o inservible	150	Realizar supervisiones continuas en taller a los trabajadores así como inspeccionar desgaste, caducidad u obsolescencia de los equipos y materiales.	Jefe de taller, encargados de almacén y obreros de taller.
	Desconocimiento de la ubicación de equipo	96		
Reubicación de la herramienta y equipo al regreso de obra	Cotejamiento Manual	60		
	Faltante de H&E	300	Realizar supervisiones continuas en obras fuera para que se mantenga un monitoreo constante de las mismas, así como inspeccionar el desgaste de los equipos durante obra.	Jefe de taller y supervisores encargados de obras adjudicadas, así como los obreros.
Evaluación de costos y eficacia	Errores en Ingreso manual al programa de costos	90		

**CONCLUSIONES**

Tras la aplicación de la metodología AMEF, se concretó el procedimiento con el cual se lograron identificar las fallas potenciales en los procesos de salidas y entradas de los equipos y herramientas a obras, así como sus efectos.

Con los resultados que se obtuvieron en la tabla AMEF se han podido detectar áreas de mejora, las cuales son de vital importancia para un correcto manejo de la información, además de ser fundamental en la ejecución eficaz de procesos, los NPR indican 4 problemas con mayor grado de atención, podemos concluir que la mayor problemática se encuentra en los métodos y máquinas de la organización, ya que la falta de actualización del inventario, la trazabilidad de los elementos y la indebida inspección impiden la información en tiempo real.

Para ello se realizaron propuestas que requieren ser llevadas a cabo a fin de mantener grados de cumplimiento satisfactorios, es importante mencionar que el almacén guarda el motor de la organización, sin este no podría funcionar de forma eficaz, ya que es una de las partes encargadas de que se lleve un orden en el control

de los movimientos de sus equipamientos, de no ser así, se generan retrasos, asimismo significa el resguardo monetario de la organización, además de que guarda estrecha relación con las funciones de la mayoría de las áreas.

Con esto comprobamos que AMEF es una metodología que sirve como mecanismo de acción preventivo y de diagnóstico, de esta forma podemos evitar la ocurrencia de las problemáticas teniendo un método documentado de prevención.

### **RECOMENDACIONES**

A los encargados de almacén se le realizan las siguientes recomendaciones:

- Que el sistema de inventarios se mantenga constantemente actualizado.
- Llevar a cabo un control de stock donde se tome en cuenta las refacciones más utilizadas y los niveles mínimos en existencia.
- Realizar una investigación a fondo sobre los motivos de las causas comunes de el faltante de equipos para poder implementar acciones más eficaces.
- Que la tabla AMEF elaborada sea mantenida y mejorada de forma continua, para ayudar a la organización a disminuir los aspectos negativos dentro del área de almacén.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Álvarez, B. (2017). El AMEF para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa EMTRAFESA S.A.C. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- De los Santos, V., Mejía, L., & Domínguez, M. (2017). Aplicación de las metodologías QFD, TRIZ y AMEF para el rediseño innovador de un horno de secado. Congreso Interdisciplinario de Ingenierías, 43-51.
- García, J. (2015). Mejora del diseño de un servicio mediante la metodología EMFE, una aplicación en una empresa hotelera. España: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Sánchez, M. (2011). Sistema de Información para el control de inventario del almacén.
- Valadez, A. (2013). Análisis y propuesta de mejora en proceso de facturación de proyectos dentro del área de desarrollo de empresa automotriz. México: ITESO.
- Velázquez, L. (2012). Elaboración de una cedula como instrumento de gestión de inventario. México.

---

# CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE TOMATE EN INVERNADERO

RAMIRO MALDONADO PERALTA<sup>1</sup>, FLOR MARÍA RUELAS GONZÁLEZ<sup>2</sup>, ADALID GRACIANO OBESO<sup>3</sup>

## RESUMEN:

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) es una hortaliza de usos múltiples, con alta demanda en el mercado mundial. La producción bajo plástico presenta una alternativa para obtener mayor rendimientos en diferentes épocas de año y cultivo; con una alta densidad de plantación utilizada. En este trabajo se planteó el siguiente objetivo que consistió en evaluar los ocho genotipos nativos en criterios de eficiencia y rendimiento en condiciones protegidas en Sinaloa. El experimento se llevó a cabo en un invernadero de cubierta plástica ubicado en Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Los resultados muestran que los parámetros estadísticos evidencian una amplia diversidad agronómica entre las poblaciones evaluadas de tomate, que presentan una variación genética en atributos agronómicos y de calidad de fruto. El rendimiento del testigo híbrido (Cid) fue de 3.7 kg/planta y resultando mayor al rendimiento de los genotipos nativos que resulto 2.7 kg/planta. Como conclusión las poblaciones nativas presentan una amplia variación en morfología, respuestas fisiológicas y fenología de planta, tamaños, formas de fruto y rendimiento

Palabras clave: tomates nativos, variables agronómicas y calidad nutricional.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) es una hortaliza de fruto de usos múltiples, con alta demanda en el mercado mundial (Liriano-González et al., 2017). El organismo de la ONU para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reporta que el volumen de producción a nivel mundial se ha incrementado significativamente del 2007 (137 t) a 2016 (177 t) un aumento del 48 % en estos años (FAOSTAT, 2017). El aumento

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave ramy\_20009@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave fmagonzalez@live.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave adalidgraciano@hotmail.com

en la producción se atribuye a la introducción de nuevas variedades, además de la adopción de mejores prácticas culturales, uso de fertilizantes, manejo del riego y control de plagas (Grandillo et al., 1999).

En México, el tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annuum* L.). Sinaloa, es el estado que se ha consolidado como el primer productor de tomate en México, cultivándose principalmente en los valles de Ahome, Culiacán y Guasave. En el estado se siembran aproximadamente 12 256 ha con una producción de 724 292 t, con un valor de poco más de 3 billones de pesos, significa una derrama muy importante, fuente de empleo y diversas para estas zonas (SIAP, 2019). La mayor productividad se debe a lo que llaman agricultura protegida: donde se utiliza la reconversión tecnológica para mejorar los rendimientos; se combinó las grandes superficies a cielo abierto con los invernaderos, que son menos susceptibles a las plagas y menos demandantes de agua, y además se dio el gran salto hacia los mercados de exportación: los principales clientes son los estadounidenses y canadienses, mientras que en México el consumo per cápita es de 15 kilogramos. Es la hortaliza se encuentra disponible durante todo el año, con una mayor producción durante los meses de febrero, marzo y noviembre, cuando se cultiva el 33.7 % del volumen anual (SAGARPA, 2016).

Los tomates nativos han visto un renacimiento en su popularidad debido a la creciente demanda de tomates frescos, totalmente maduros y sabrosos. Las variedades nativas no son híbridos y se ha conservado de generación en generación como semillas (Coolong, 2009), dichos tomates de especialidad tiende a mantener su precio en el mercado durante todo el año, porque los consumidores han empezado a exigir tomates nativos y pagarían su costo superior o por encima del costo normal de un tomate convencional, esto se debe en parte al sabor exquisito, atractivo único y contenido nutricional (Jordan, 2007; Klee 2010), los frutos nativos son coloridos de textura irregular y deformes, esto se debe a su gran diversidad genética y gracias a estos atributos su sabor es más dulce que otros variedades de tomate comunes.

El cultivo de tomate se considera una actividad de alto riesgo debido a la gran variedad de entornos y sistemas en los que se cultiva, la alta susceptibilidad a las

plagas y enfermedades y la gran demanda de insumos y servicios, que generan una gran inversión financiera por unidad de área. Además, Flores et al. (2007) señalan que una buena productividad requiere disponibilidad de agua durante todo el ciclo, ya que la planta de tomate es muy sensible al estrés hídrico. El valor comercial del tomate de mesa se define por las características y la calidad de la fruta (Ferreira et al., 2005).

El rendimiento de un cultivo está determinado por la capacidad de acumular biomas en los órganos destinados a la cosecha. Las hortalizas de fruto, cultivadas bajo condiciones de invernadero, se caracterizan, en su mayoría, por un crecimiento indeterminado, en donde los frutos son los principales órganos de demanda, los cuales compiten entre ellos y con los órganos vegetativos, por los asimilados disponibles (Peil y Gálvez, 2005; Marcelis, 1994).

Se planteó el siguiente objetivo donde se evaluaron los ocho genotipos nativos en criterios de eficiencia y rendimiento en condiciones protegidas en Guasave, Sinaloa.

## **METODOLOGÍA**

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de cubierta plástica UVII-720 ubicado en Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITGS) municipio de Guasave, Sinaloa, ubicado a 25°52'LN y 108°37' LO, con altitud de 15 m, donde se sembrara el material genético de ocho genotipos: A) cuadrados, C) Bola plana, F) Pera, G) bola grande, H) Cid, M) Cherry, N) Naranjas y P) Calabazas.

La siembra de las semillas se realizó el 1 de septiembre del 2018, en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, en las que se utilizó turba como sustrato "peat-moss". A los 30 días se transplanto en bolsas negras de polietileno de 40 x 40 cm, las cuales contenían el sustrato (Arena de río) de 2-5 mm de diámetro. Los brotes laterales se podaron, para que las plantas crecieran a un solo tallo, y posteriormente se tutoraron individualmente con rafia.

El fertiriego se aplicó con solución Steiner a 100 % (Steiner, 1961) en nueve riego al día por goteo con 0.8 L, se iniciara con 0.250 L, y luego se incrementó a 1.5 L. El tutorado consistió en rafia tomatara colocado por planta. Para el control de insectos se utilizara productos extractos y de origen biológicos.

Las variables agronómicas evaluadas durante el ciclo de cultivo fueron: altura de planta: se medirá desde la base hasta el ápice de la planta con un metro, número de hojas: se realizará el conteo del número de hojas por planta. El rendimiento del cultivo (kg/planta): se pesaran los frutos recolectados por corte y se sumó para obtener el total. Número de frutos: Se contarán los frutos por planta que se cosechaban en cada muestreo. Peso de fruto (g): se pesará el total de frutos y se divide entre número el total de frutos. Las variables de calidad se realizaron en cuatro frutos. Número de lóculos se cortó el fruto a la mitad y se contaron. Sólidos solubles totales en por ciento (A.O.A.C., 1990), se midió en tres gotas de jugo de fruto que se colocaran sobre la celda de un refractómetro ATAGO PR-100® (Japón) con escala de Brix de 0.0 a 32.0 %.

El diseño experimental correspondió a un diseño en completamente al azar, donde la unidad experimental consistió de una planta. Las variables se analizaron con un análisis de varianza (ANVA) con el procedimiento GLM (General Linear Models Procedure). La comparación de medias se hizo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Estos análisis estadísticos se corrieron con el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1988). Las medias y cuadros se elaboraron con el programa Microsoft Excel 2010® y las gráficas de distribución de frecuencias se hicieron con el programa Minitab® 17.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En todas las características medidas se detectaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Los parámetros estadísticos del Cuadro 1 evidencian una amplia diversidad agronómica entre las poblaciones evaluadas de tomate, diversidad que demuestra variación genética en atributos agronómicos y de calidad de fruto, que ofrecen amplias posibilidades de selección por altura de planta, y por rendimiento y calidad de fruto.

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros poblacionales: media, coeficiente de variación (CV), diferencia mínima significativa (DMS) y desviación estándar.

Variable	Media	Desv. est.	Intervalo (Max-Min)	CV (%)	DMS
Altura de Planta	3.4	0.88	2.3-5.3	5.7	0.3
Número de Hojas	38.7	4.49	30-48	7.9	6.2
Número de Fruto	24.7	14.53	8-67	16.2	8.1
Peso de Fruto	113.1	55.78	15-24	22.3	51
Rendimiento	2.1	0.87	0.9-3.8	0.25	0.5
Número de Lóculos	5.3	3.22	2-12	16.8	1.8
°Brix	6	1.02	5-8	11.4	1.4

Las variables peso y número de frutos mostraron los mayores valores de dispersión medidos como desviación estándar, intervalo y coeficiente de variación, con respecto a las demás variables (Cuadro 1). Ello se atribuye a que las poblaciones nativas de origen precolombino, que si bien no han sido sometidas al mejoramiento genético formal, a través de generaciones han sido seleccionadas de forma empírica por los propios productores que las conservan y siguen cultivando, quienes probablemente han basado su selección en la forma, color, tamaño del fruto y cantidad de frutos por planta, y las dos últimas variables están estrechamente asociadas con el rendimiento (Maldonado-Peralta et al., 2006). Resultando el Estado de Sinaloa uno de mayor producción de tomate en México una de estos genotipos se puede aprovechar en la producción, según estos parámetros medidos la calidad de los tomates al igual que todos los productos alimenticios, está determinada por los atributos sensoriales, vida en anaquel, empaque y etiquetado. En la década actual, el concepto de calidad de los tomates ha cambiado, ya que los consumidores prefieren alimentos con alta calidad nutracéutica (Wolters y Van Gemert, 1990),

#### Rendimiento y calidad de planta y fruto

Los resultados muestran que la mayor altura de planta se presentó en la población Cherry con 5 m mientras que las genotipos Peras y Bola plana presentó la menor altura (2.6 m) a lo largo del ciclo de crecimiento. La mayor cantidad de hojas fue para la población Cherry con 41 y la de menor fue para la población Bola grande.

El mayor número de frutos por planta lo presentó la población Cherry con 181, estos eran frutos pequeños, el genotipo Bola grande resulto con solo 8 frutos. Se ha reportado que poblaciones locales de tomate producen de cuatro a seis frutos por racimo con un total de 53 a 70 frutos por planta (Giordano et al., 1999; Bugarín et al., 2002).

Los acervos nativos con fruto con forma de Calabaza y de color Naranjas presentaron el valor más alto en peso promedio de fruto con 167 y 166 g respectivamente (Cuadro 2), mientras la población de tomate Cherry produjo los frutos más pequeños con apenas 19 g. El peso individual del fruto está dentro de los estándares de registro en tomates comerciales, incluso con los destinados para procesamiento industrial, que van de 20 a 100 g fruto, donde los de 20 g son frutos chicos y arriba de 100 son extra grandes (Sandeï et al., 2003). El promedio de frutos Híbrido fue extra grandes. En el caso de frutos bola los rangos van de 50 a 180 g fruto. El genotipo Bola grande resulto en la clasificación en grande, en cambio la Bola plana resulta en la clasificación de chico, y para los demás genotipos no hay estándares por que no son formas comunes

Cuadro 2. Genotipos de tomates nativos. En negritas se marcan los valores más altos en cada variable.

Var.	Altura de planta	Número de hojas	Número de frutos	Peso de fruto (g)	Rendimiento (kg/planta)	Número de lóculos	Forma de fruto
A	2.8 d	36.8 ab	20.0 de	101.6 c	1.97 c	2.6 cd	Cuadrados
C	2.6 d	42.6 a	25.0 cd	78.2 c	1.95 c	10.2 a	Bola plana
G	2.9 d	31.6 b	8.4 f	153.6 ab	1.30 d	4.4 c	Bola grande
H	4.3 b	40.0 a	34.6 b	105.2 bc	<b>3.71 a</b>	2.4 d	Saladette
M	5.0 a	41.2 a	52.8 a	19.4 d	1.01 d	2.0 d	Cherry
N	2.9 cd	37.8 ab	15.0 def	166.2 a	2.42 bc	6.4 b	Naranjas
P	3.2 c	40.8 a	16.8 ef	167.2 a	<b>2.73 b</b>	9.0 a	Calabaza
F	2.6 d	40.4 a	30.6 bc	51.6 de	2.61 b	2.8 dc	Pera

El mejor rendimiento fue producido por híbrido y por los frutos en forma de calabaza con 3.7 y 2.7 kg/planta (Cuadro 2). El rendimiento económico del cultivo del tomate está dado en función del número de frutos cosechados por unidad de área y sus tamaños individuales (Streck et al., 1998). El tamaño del fruto es un factor de calidad sumamente importante y debe ser lo más uniforme posible durante todo el ciclo de

producción. Según Quintana-Baquero et al. (2010) Menciona que el aumento de la productividad está en función del incremento del número de frutos por planta y que estos presentaron un tamaño este trabajo no estamos de acuerdo ya que depende mucho del tipo de fruto, tenemos frutos tipo Cherry que tiene mayor número de frutos pero su peso es menor y nos da un rendimiento menor, en cambio los frutos más pesados generan un rendimiento.

En calidad de fruto podemos mencionar que hay frutos con un mayor número de lóculos como los genotipos Bola plana y Calabazas (10 y 9 lóculos) cada uno y el Híbrido y Cherry tienen solo 2 y 2.4 lóculos. De acuerdo con Nuez et al. (2004), el acostillado o gajos se debe a la fasciación de dos o más flores y a que es similar a la cantidad de lóculos del fruto, lo que resulta en frutos multiloculares, o al menos más de los cinco lóculos típicos en el tomate (Barrero et al., 2006).

#### Material biológico

La selección de tomates nativos mexicanos es una alternativa viable para la producción intensiva en invernadero, presentan varias ventajas con respecto a variedades comerciales. Se trata de material genético valioso para ampliar la diversidad genética de la especie en uso y mejorar la producción y calidad de la misma, con el fin de asegurar parte de la alimentación humana para el futuro (Rick y Chetelat, 1995; Nuez et al., 2004).

Los valores de pH obtenidos presentan una variación muy baja entre los diferentes frutos de tomate en estudio, pero todos dentro del rango de 4.9 y 5.5 de pH. En la década actual, el concepto de calidad de los tomates ha cambiado, ya que los consumidores prefieren alimentos con alta calidad nutracéutica, que nutran y ayuden a mantener la salud humana al actuar como medicamentos, por lo que se demandan tomates con buen sabor, olor y color (Wolters y Van Gemert, 1990). Según Alavoine et al. (1990), estas propiedades están relacionadas con su contenido de azúcares, acidez titulable y pigmentación. Los sólidos solubles totales están muy relacionados con el sabor de los frutos del tomate y el contenido de glucosa y fructosa (Martínez, 2003). Los valores encontrados en él tiene una variación de 5 a 7 de °Brix, están dentro de los valores reportados para cultivares según

Macua et al., 2007 y colaboradores los tomates Cherry son los que presentan el más alto contenido de sólidos solubles totales (hasta 6.5-7.18 °Brix).

Figura 1. Diversidad de los tomates criollos cultivados en invernadero en 2019 en Guasave, Sinaloa. México. Se trabajó con las diferentes formas de fruto: A) cuadrados, C) Bola plana, F) Pera, G) bola grande, H) Cid, M) Cherry, N) Naranjas, P) Calabazas.

VARIEDAD	°Brix	pH	FOTOGRAFÍA
Cid	5	5.4	
Pera	7	5.5	
Bola plana	6	5.3	
Calabaza	5	5.5	
Cuadrados	6	5.4	
Naranjas	5	5.3	
Cherry	7	5.2	
Bola grande	6	4.9	

**CONCLUSIÓN**

Los resultados obtenidos en las poblaciones nativas cultivadas en condiciones de invernadero tienen una amplia variación en morfología, respuestas fisiológicas y fenología de planta, tamaños, formas de fruto y rendimiento.

**REFERENCIAS BLIOGRÁFICAS**

- A.O.A.C., Assotiation of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>a</sup> ed. Ed. Washington DC, USA. pp:918-919.
- Alavine, F.; Crochon, M.; Bouillon, C. 1990. Practical methods to estimate taste quality of fruit: how to tell it to the consumer. *Acta Hort.* 259: 61-68.
- Borrego F., A. López, J. M. Fernández, M. Murillo, S. A. Rodríguez, A. Reyes y J. M. Martínez. 2001. Evaluación agronómica de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 12(1): 49-56.
- Bugarín, M. R.; GALVIS, S. A.; Sánchez, G. P.; García, P. D. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *TERRA Latinoamericana*. 20(4): 401-409.
- Coolong, T. 2009. "Hortalizas de la herencia.Cooperativa Servicio de Extensión, Colegio de Agricultura, Universidad.versidad de Kentucky. Accedido el 26 de septiembre de 2011.
- FAOSTAT. 2010. Dirección de Estadística. Disponible en:  
<http://www.hortoinfo.es/index.php/6563-prod-mund-tomate-06/04/18>.
- Ferreira, M. D., T. O. A. Franco, R. F. Kasper, A. C. O. Ferraz, S. L. Honório y M. Tavares. 2005. Post-harvest quality of fresh marketed tomatoes as a function of harvest periods. *Scientia Agricola (Piracicaba)* 62(5), 446-451.
- Flores J., W. Ojeda-Bustamante, I. López, A. Rojano e I. Salazar. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana* 25(2):127-134.
- Grandillo, S., H. Ku y S. D. Tanksley. 1996. Characterization of *ss8.1*, a major QTL influencing fruit shape in tomato. *Molecular Breeding*. 2:251-260.
- Giordano, I.; Pentagelo, A., Carboni, A. 1999. Bio-mor Bio-morphological and characterization of several accessions of small "pomodorino di corbara" tomatoes. *Acta Hort.* 487: 343-347.
- Jordan, J. A. 2007. "The heirloom tomato as cultural object: Investigating taste and space." *Sociologia Ruralis* 47(1): 20-41.
- Klee H.J. 2010. Improving the flavor of fresh fruit: Genomics, biochemistry, and biotechnology. *New Phytol*, 187:44-56.
- Liriano-González R., M. A. Terán-Reyes, D. B. Núñez-Sosa, D. Ibáñez-Madan1 y J. Pérez-Ramos. 2017. El humus de lombriz en la producción de plántulas de *Lycopersicon esculentum* Mill. en una comunidad del Estado Cojedes, Venezuela. *Revista Centro Agrícola* 44(4): 23-29.
- Macua, J. I.; Lahoz, I.; Garnica, J.; Calvillo, S.; Zúñiga, J.; Santos, A. 2007. Tomate de industria: resultados de la campaña 2006, novedades y perspectivas. Instituto Técnico de Gestión Agrícola. Navarra, España. 14 p.
- Maldonado-Peralta, R., Ramírez-Vallejo, P., González Hernández, V.A., Castillo-González, F., Sandoval-Villa, M., Livera-Muñoz, M., Cruz-Huerta, N. 2006.

- Riqueza agronómica en colectas mexicanas de tomates nativos. *Agroproductividad* 9(12): 68-75.
- Marcelis, L. F. M. 1994. Assimilation model for dry matter partitioning in cucumber. *Annual of Botany*, v.74, p.43-52.
- Martínez, B. E. 2003. Análisis de la acumulación de azúcares en pericarpios de dos genotipos silvestres de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). *Agrociencia* 37(4): 363-370.
- Nuez, F.; Prohens, J.; Blanca, J. M. 2004. Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. *American Journal of Botany* 91: 86-99.
- Rick, C. M.; Chetelat R. T. 1995. Utilization of related wild species for tomato improvement. *Acta Hort.* 412: 21-38.
- Peil, R. y J.R. Gálvez. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Rev. Bras. Agrociência* 11(1), 5-11.
- Quintana-Baquero R. A., H. E. Balaguera-López, J. G. Álvarez-Herrera, J. F. Cárdenas-Hernández y E. H. Pinzón. 2010. Efecto del número de racimos por planta sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 4 (2): 199-208.
- SAGARPA 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama\\_Agroalimentario\\_Tomate\\_Rojo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf)
- Sandei L.; Siviero, P.; Zanotti G.; Cabassi A.; Leoni C. 2003. Evaluation of the lycopene content in processing to Evaluation of the lycopene content in processing tomato cultivars claiming "high pigment content". *Acta Hort.* 613:331-331.
- SAS Institute Inc (1988) SAS/STAT® User's Guide. Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary, NC: pp: 209-243.
- Steiner A., A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15: 134-154.
- Streck, N.A.; G.A. Buriol; J.L. Andriolo y M.A. 1998. Sandri, Influencia da densidade de plantas e da poda apical drastica na produtividade do tomateiro em estufa Wolters, C. J., Van, Gemert, L. J. 1990. Towards an integrated model of sensory attributes, instrumental data and consumer perception of tomatoes. Part I. Relation between consumer perception and sensory attributes. *ActaHort.* 259:91-106.

# ACEPTACIÓN DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO EN CULTIVOS DE MAÍZ COMO MEJORADOR DE SUELO PRODUCIDO A BASE DE LOMBRICULTURA EN GUASAVE, SINALOA.

ADALID GRACIANO OBESO<sup>1</sup>, JESÚS ALBERTO BÁEZ HIGUERA<sup>2</sup>, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN:

La ciudad de Guasave es conocida como el corazón agrícola de México. La superficie total destinada para siembra son más de 200 mil hectáreas, convirtiéndose en el municipio del estado de Sinaloa con mayor producción de alimentos. El objetivo del presente proyecto fue determinar mediante un estudio de mercado las posibilidades productivas y comerciales de un abono orgánico producido a base de lombricultura en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa. El estudio de mercado se desarrolló en la ciudad de Guasave, específicamente se estudiaron los agricultores afiliados a la Asociación de Agricultores del Rio Sinaloa Poniente. Se utilizó la encuesta y entrevista como método de recolección de información. Los resultados muestran que el 75% de los agricultores utilizan los abonos orgánicos en sus cultivos y manifiestan estar cada día más convencidos de los beneficios de éste producto en el rendimiento y recuperación del suelo, el 25% justifican no usarlos debido a la incertidumbre de no saber si bajará su rendimiento principalmente en siembras de maíz con un promedio de 14 t-ha<sup>-1</sup>. La demanda en abonos orgánicos deja la puerta abierta para que los inversionistas en la creciente industria del abono orgánico encuentren en Guasave, Sinaloa una oportunidad de negocio.

Palabras clave: estudio de mercado, lombricultura, abono orgánico.

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave adalidgraciano@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave  
jesusalbertobaezhiguera@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave gregopollo@gmail.com

## **INTRODUCCIÓN**

La ciudad de Guasave, Sinaloa es conocida a nivel nacional como el corazón agrícola de México (INEGI, 2016), en su página de internet señala que en 2011 la superficie total sembrada fue de 291, 674 hectáreas convirtiéndose en el municipio del estado de Sinaloa con mayor producción de alimentos, la agricultura representa la actividad económica más importante del municipio y ocupa un 70% de la superficie total, cuenta con más de 346 441 hectáreas, de las cuales 181 542 son de riego, 27 691 pecuarias, 12 570 forestales y 124 638 para otros usos, cada ciclo agrícola dispone de 758 860 toneladas de producto, gracias a la capacidad de almacenamiento de granos, cereales y oleaginosas, situándose en el tercer lugar a nivel estatal. (H. Ayuntamiento de Guasave, 2016).

Para evaluar la aceptación de un producto de abono orgánico que beneficie a la agricultura, se tomó en cuenta la opinión de los agricultores de la región mediante un estudio de mercado, el cual contribuye a encontrar respuesta del mercado ante un producto o servicio cuantificando la demanda y oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El investigador de mercado, al final del estudio metódico y bien realizado, podrá palpar o sentir el riesgo que se corre y la posibilidad de éxito que habrá con la venta del nuevo producto o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado. Aunque hay factores intangibles importantes, como el riesgo, que no es cuantificable, pero es perceptible, esto no implica que puedan dejarse de realizar estudios cuantitativos, por el contrario, la base de una buena decisión siempre serán los datos recabados en la investigación de campo (Baca, 2013).

## **METODOLOGÍA.**

### **Selección del área de estudio**

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Guasave, específicamente a los agricultores afiliados a la Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente (A.A.R.S.P.), lugar que sirvió de escenario para aplicar las encuestas con la finalidad de poder estudiar a los agricultores provenientes de las diferentes

localidades del municipio de Guasave que asisten a la A.A.R.S.P. a realizar un trámite.

Calculo del Tamaño de Muestra.

Para el cálculo del número idóneo de muestra se asume que la población se distribuye aleatoriamente de acuerdo a una distribución normal, este tipo de distribución se sustenta en la aplicación de las ciencias sociales y su gráfica se denomina “curva normal o campana de Gauss”, la cual describe muchos fenómenos que ocurren en la naturaleza (Walpole, 2012). Se partió de una cantidad conocida de agricultores afiliados a la A.A.R.S.P., la cual fue de 1,200 agricultores, debido a lo anterior, se utilizó la fórmula para calcular el tamaño de muestra de una población finita.

$$n = \frac{z^2 N p q}{i^2 (N-1) + z^2 p q} = \frac{(1.96^2)(1200)(0.5)(0.5)}{(0.1^2)(1200 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)} = \frac{1152.48}{11.99 + 0.9604} = 89 \text{ Encuestas}$$

Dónde:

- n: tamaño de la muestra = variable a calcular
- N: tamaño de la población = 1200
- z: valor correspondiente a la distribución de Gauss,  $z_{\alpha} = 0.05 = 1.96$
- p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ( $p = 0.5$ ), que hace mayor el tamaño de la muestra.
- q:  $1 - p$  ( $p = 50\%$ ,  $q = 50\%$ )
- i: error que se prevé cometer si es del 10 %,  $i = 0.1$ . (Vélez, 2001).

Tipo de Muestreo.

El tipo de muestreo que se utilizó fue aleatorio al azar, permitiendo que todos los elementos de la población tuvieran la misma probabilidad de participar en la investigación (Baena, 2005). Se visitaron las instalaciones de la A.A.R.S.P. durante 5 días consecutivos aplicando 18 encuestas durante cuatro días y 17 encuestas en el quinto día en un horario de oficina.

Instrumento de Recolección de Información.

Para la recolección de datos de campo se diseñaron dos cuestionarios, el primero de ellos para aplicarlo en forma de encuesta a los agricultores y el segundo se aplicó en forma de entrevista estructurada a los gerentes o directores de empresas que producen y/o comercializan fertilizante químico y/o abono orgánico.

Tratamiento Estadístico de los Datos.

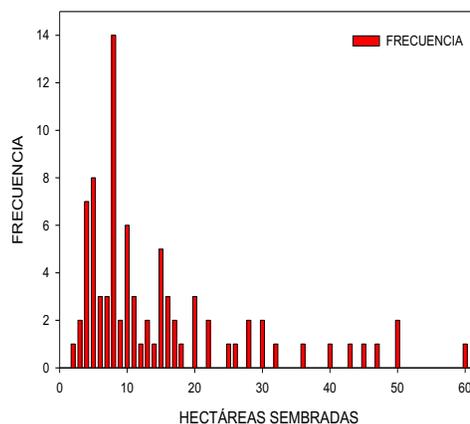
Los datos fueron analizados mediante un análisis descriptivo, para cada población se realizó una distribución de frecuencias y una gráfica de barras para cada pregunta de la encuesta o entrevista, esto con ayuda del programa Statistical Product and Service Solutions (SPSS) Versión 21, finalmente se realizó una comparación entre preguntas similares de ambas poblaciones para medir su relación de respuesta con el programa estadístico SigmaPlot Versión 10.0.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Cantidad Promedio de Hectáreas de Maíz Sembradas.

La figura 1 muestra la cantidad de hectáreas sembradas. Se puede observar que 8 hectáreas representa la moda con un valor de 14 agricultores, respecto al resto existe una diversidad en el número de hectáreas sembradas, esto puede deberse al muestreo aleatorio al azar que se llevó acabo, se obtuvo una media de 14 hectáreas con una desviación estándar de 12.57 y la gran mayoría de los agricultores oscilan tener entre 5 y 25 hectáreas por lo que puede afirmarse que la población está conformada por pequeños productores de maíz.

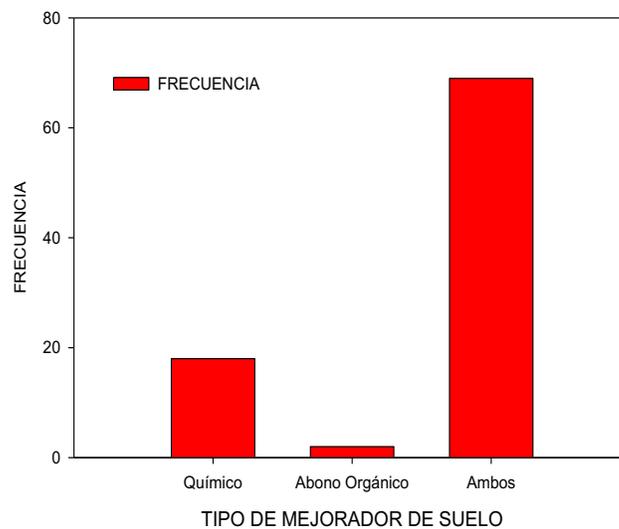
Fig. 1. Hectáreas sembradas por agricultor.



Tipo de Mejorador de Suelo.

En la figura 2 se muestran los resultados del tipo de mejorador de suelo que utilizan en cultivos de maíz los agricultores, se observa la mínima aceptación que tiene el abono orgánico para ser utilizado sin mezclarse con otros productos como mejorador de suelo, sin embargo el uso de abono orgánico en combinación con el fertilizante químico tiene buena aceptación siendo el 77% de los agricultores quienes demanden el uso en conjunto de ambos productos.

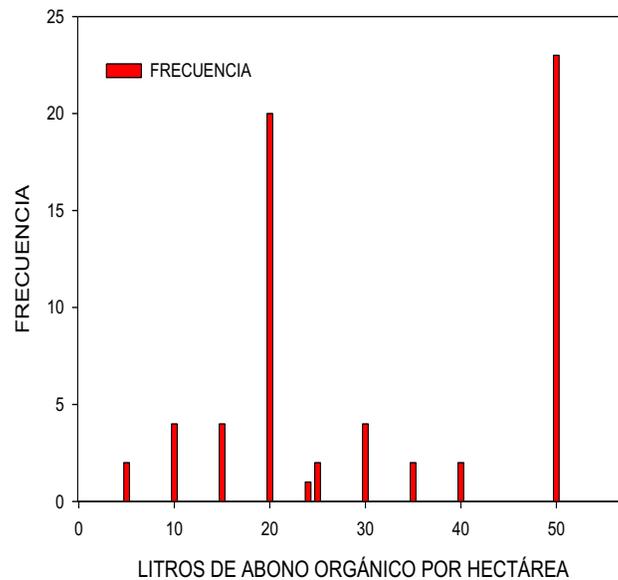
Fig. 2. Tipo de mejorador de suelo utilizado por agricultores.



Litros de Abono Orgánico Utilizados por Hectárea.

En la figura 3 se muestran los litros de abono orgánico aplicados por hectárea, se identifica que 20 y 40 litros por hectárea son los volúmenes más aplicados para los cultivos de maíz, durante la aplicación del estudio los agricultores expusieron que el abono orgánico en su estado líquido se comercializa en productos de dos concentraciones; lixiviado y lixiviado plus, el primero de ellos es resultado del proceso por extracción con agua de las camas de lombriz, es de concentraciones bajas en nutrientes por lo que para obtener un rendimiento equitativo al brindado por el lixiviado plus requiere de mayores cantidades, para el caso del segundo producto se utiliza como materia prima el lixiviado, enriqueciéndose con nutrientes durante el proceso de extracción de abono orgánico (Schuldt, 2006).

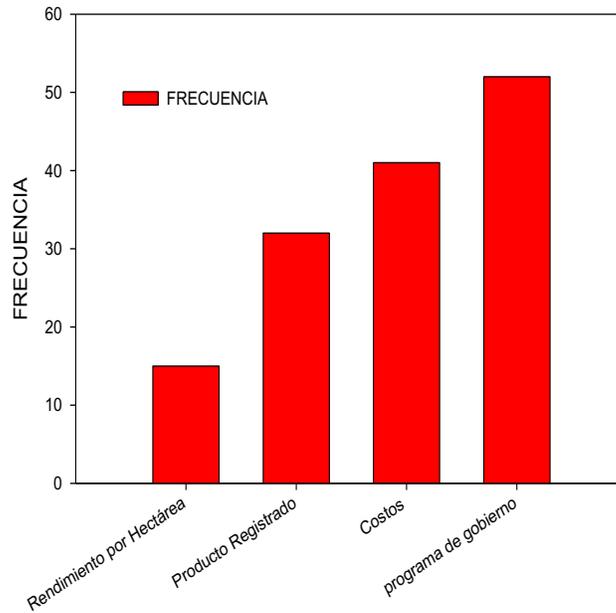
Fig. 3. Litros de abono orgánico por hectárea.



Limitantes al Uso de Abono Orgánico.

En la figura 4 se muestran las respuestas de la pregunta aplicada en la encuesta a los agricultores ¿Enumere del 1 al 4, donde 1 es el más importante y 4 el menos importante el motivo que lo llevaría a utilizar abono orgánico en su cultivo? El valor numéricamente menor representa el motivo principal que limita el uso del abono orgánico en cultivos de maíz, se puede observar que la característica más significativa es no se conoce el rendimiento real en toneladas de maíz por hectárea que brinda el abono orgánico, llevando a la limitación de uso de este producto y aunque esta variable es muy imprescindible de conocer si existe una referencia para ella con los fertilizantes químicos de 13 toneladas por hectárea, la variable de segunda importancia en orden fue poder encontrar en el mercado un producto de abono orgánico que este registrado y que brinde seguridad en la concentración de nutrientes y formas de aplicación, durante el estudio fue posible detectar que agricultores producían su propio abono orgánico basado en la experiencia propia y de otros agricultores, sin embargo, no lo elaboran bajo ningún proceso de producción establecido y tampoco se realizan mediciones de laboratorio que garanticen la calidad del producto.

Fig. 4. Limitantes al uso de abono orgánico.

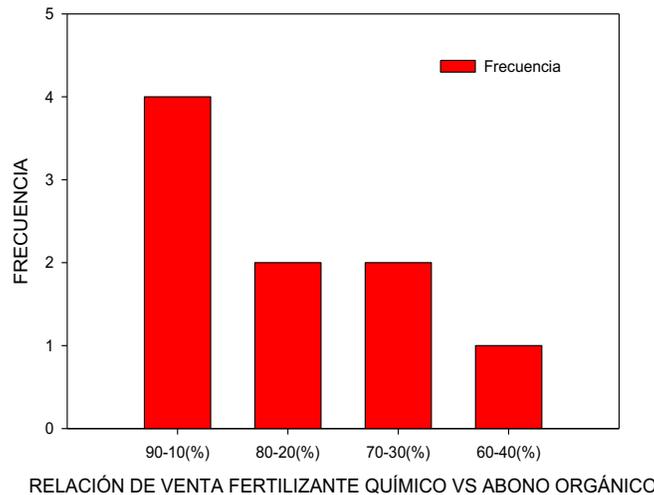


LIMITANTES AL USO DE ABONO ORGÁNICO

Relación de Venta Fertilizante Químico Vs Abono Orgánico en las Empresas.

En la figura 5 se muestra la relación de venta de las empresas que comercializan fertilizante químico y abono orgánico, se identificó que 9 de las 15 empresas a las que se realizó el estudio producen y/o comercializan ambos productos, 4 de ellas revelaron que el 90% del producto que se demanda es el fertilizante químico y el 10% restante lo ocupa la demanda de abono orgánico, 2 empresas venden a relación del 80 – 20 en el mismo concepto y 2 restantes en relación al 70 – 30, este dato de relación de venta es muy importante ya que pone de manifiesto el crecimiento que ha venido sosteniendo la demanda de abono orgánicos en los cultivos de maíz, además de la importancia de la aportación de estos productos a la fertilidad del suelo y minimizando el uso de recursos no renovables reduciendo la aplicación de fertilizantes químicos (SAGARPA, 2009).

Fig. 5. Relación de venta de fertilizante químico vs orgánico.



Precio Promedio del Abono Orgánico.

En la tabla 1 se muestra el precio por litro de las 9 empresas que venden abono orgánico, 8 de ellas venden la presentación lixiviado plus en un precio promedio de \$106/L y solo la empresa 8 vende exclusivamente la presentación de lixiviado, además existen 3 empresas que venden ambas presentaciones con un precio promedio al mercado de \$41/L para el lixiviado, es importante hacer mención que durante la presente investigación, los agricultores expusieron que el precio promedio de un lixiviado producido de manera rudimentaria oscila entre los \$3/L y \$7/L, esto sin ofrecer alguna característica o propiedad del producto que se está vendiendo.

TABLA I. PRECIO POR LITRO EN ABONO ORGÁNICO EN DOS PRESENTACIONES

ABONO ORGÁNICO		
EMPRESA	Lixiviado Plus	Lixiviado
	Precio por litro	Precio por litro
Empresa 1	\$80.00	30.00
Empresa 2	\$85.00	55.00
Empresa 3	\$135.00	45.00
Empresa 4	\$62.50	
Empresa 5	\$193.00	
Empresa 6	\$79.16	

Empresa 7	\$68.42	
Empresa 8		35.00
Empresa 9	\$150.00	
Precio promedio	\$106.64	41.25

Relación de Compra – Venta de Fertilizante Químico Vs Orgánico.

Fig. 6. Relación de compra - venta de fertilizante químico vs orgánico.



Finalmente, la

figura 6 representa la relación que guarda la primera pregunta de las dos encuestas, donde se pregunta a los agricultores ¿qué tipo de producto compra para utilizar en sus cultivos; fertilizante químico, abono orgánico o ambos?, y de igual forma se interrogó a las empresas, con la pregunta, ¿cuál de los productos se demanda con mayor frecuencia?, como se observa en la gráfica al comparar ambas poblaciones la tendencia a la respuesta se mantiene, es decir, los agricultores (línea azul) en su mayoría utilizan una combinación de fertilizante químico con abono orgánico y las empresas (barras rojas) señalan que el agricultor adquiere al momento de realizar la compra los dos productos.

**CONCLUSIONES**

Actualmente las empresas de Guasave, Sinaloa han notado un incremento en la demanda de abono orgánico como mejorador de suelo en los cultivos de maíz, los agricultores están cada día más convencidos de los beneficios que este producto impacta en la fertilización y recuperación del suelo, esto ha obligado a algunas empresas con mucha trayectoria en el mercado de los fertilizantes a iniciar la venta de este tipo de productos orgánicos, además de las 10 empresas que ofrecen abono orgánico en el municipio se encuentra un número considerable de agricultores que producen rudimentariamente el producto de abono orgánico y lo comercializan de manera informal, esto deja la puerta abierta para que los inversionistas que desean incursionar en la creciente industria del abono orgánico encuentren en la ciudad de Guasave una oportunidad de negocio.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Airola, M. (2010) Compostas líquidas con bacterias promotoras del crecimiento en la nutrición de tomate (*Solanum lycopersicum*) Tesis de Maestría en recursos naturales y medio ambiente, Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa.
- Anzola, S. (2002). Administración de pequeñas empresas. México: Mc Graw Hill.
- Baca, G. (2013) Evaluación de proyectos. México, D.F: editorial McGraw-Hill 7ma Edición.
- Baena, G. (2005) Metodología de la investigación. México, D.F: editorial Grupo patria cultural 8va reimpresión.
- Bernal, C. (2010) Metodología de la investigación. Colombia: Editorial Pearson Educación 3ra edición.
- Carrera, M. (1998). Manual de una nueva visión de la lombricultura. México.
- CAM (1987). Cuadernos divulgativos en materia de residuos. Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda. Dirección General de Medio Ambiente y patrimonio Arquitectónico. Madrid. Volúmenes 1,3,4,5,6 y 7.
- Campins, M. (1994). La Gestión de los residuos peligrosos en la Comunidad Europea. J.M. Bosch. Editor S.A., pp. 29-54.
- Chiavenato, I. (2011) Planeación estratégica fundamentos y aplicaciones. México, D.F: editorial McGraw-Hill 2da Edición.
- Dessler, G. (2009) Administración de recursos humanos. México: Editorial Pearson Educación 11va edición.
- Donnelly, et. al., (2011) Organizaciones. México, D.F: editorial McGraw-Hill 13va Edición.
- Fuentelzas, C. (2004) Cálculo del tamaño de la muestra. Matronas Profesión, 5, (18).
- Fischer, L., y Espejo, J. (2011). Mercadotecnia. México, D.F: editorial McGraw-Hill 4ta Edición.
- H. Ayuntamiento de Guasave. (2015). Guasave, Sinaloa. Recuperado de [http://guasave.gob.mx/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1647:agricultura&catid=150:informacion-de-guasave&Itemid=24](http://guasave.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=1647:agricultura&catid=150:informacion-de-guasave&Itemid=24)
- Kloter, P., y Armstrong, G. (2012). Marketing. Naucalpan de Juárez, Estado De México: Editorial Pearson 4ta edición.
- Mercado, S. (2001). Administración de la pequeña y mediana empresa. México, PAC.
- SAGARPA, (2003). Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, México. Recuperado de

---

[www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias\\_mitigacion.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf)

SAGARPA. Lombricultura. Texcoco, Edo. De México. Recuperado de

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf>

Santizo, M. (2011) Estudio de factibilidad del proceso de producción y comercialización del abono orgánico a base de desechos madereros por medio de lombricultura, Tesis de Ingeniería Mecánica industrial, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Schuldt, M. (2006) Lombricultura teoría y práctica. Editorial Mundi prensa.

Valerio, M. (2006) Modulo de planeación estratégica. Diplomado en salud comunitaria, Universidad de Guadalajara.

Vélez, C.M. (2001) Apuntes de Metodología de la Investigación. EAFIT. Colombia.

Walpole, R.E. (2012) Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: editorial Pearson educación 9na edición.

**ANEXOS**

Anexo 1.- Marca registrada FERTIBIOTECS de fertilizante orgánico producido a partir de lombricultura en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave



# CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS Y CALIDAD NUTRITIVA DEL ENSILADO DE TRES VARIEDADES DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.).

GREGORIO POLLORENA LÓPEZ<sup>1</sup>, GRACIANO OBESO ADALID<sup>2</sup>, NORA ESTELA PONCE FERNÁNDEZ<sup>3</sup>

## RESUMEN:

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características fenológicas y calidad nutritiva de ensilado de tres variedades de maíz forrajero. El estudio se realizó bajo un DCA con arreglo factorial 3x4. El factor 1 fue la variedad y el 2 el tiempo. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), diámetro del tallo (DT), índice de área foliar (IAF), materia seca (MS), proteína (P), fibra cruda (FC), minerales (MIN), pH y color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). En las características fenológicas, resultó significativa la interacción ( $p \leq 0.05$ ) para AP, donde la variedad G15030 presentó el valor más elevado (2.58 m) a los 80 d. En la composición nutritiva, fue significativa ( $p \leq 0.05$ ) la interacción para MS, FC y MIN, los cuales aumentaron durante el periodo de siembra, con valores más elevados a los 120 d. En el ensilaje, tanto PC, pH y color fueron afectados ( $p \leq 0.05$ ) por el cruce de ambos factores. Tanto PC, como pH decrecieron con el almacenamiento teniendo valores entre 7.63–8.11% y 5.56–5.96 respectivamente. El color verde-amarillo presentó mayor saturación al final del almacenamiento. La variedad N9617 fue más adaptable a las condiciones climáticas, por lo tanto, presentó las mejores características para ensilado.

Palabras clave: Calidad Nutricional, Cultivo, Ensilado, Maíz Forrajero.

## INTRODUCCIÓN

El maíz es una planta C4 y debido a su elevada producción de granos y biomasa para la alimentación humana y animal, los países en desarrollo han incrementado su superficie de siembra <sup>(1)</sup>. Es el tercer cereal más cultivado a nivel mundial

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave gregopollo@gmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave adalidgraciano@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave nponcef.itsg@gmail.com

después del trigo y el arroz. El cultivo puede emplearse para diferentes usos como: alimentación humana, obtención de almidón para la elaboración de diversos alimentos, así como forrajes y ensilajes para la alimentación animal <sup>(2)</sup>. El ensilado de maíz es la mayor fuente de energía y fibra para el ganado. La calidad del ensilado puede verse afectada debido a algunas decisiones durante su manejo, como la etapa de madurez del cultivo, altura de corte y tamaño de picado. Por lo tanto, las prácticas de manejo de cultivo destinado para elaboración de ensilado no están bien establecidas <sup>(3, 4)</sup>. Sin embargo, los análisis químicos de las partes de la planta de maíz han elucidado mejores técnicas para cosechar el forraje, como la altura de corte de la planta dependiendo de la calidad del tallo <sup>(5)</sup>. Los productores de leche y carne prefieren introducir ensilado de maíz en la dieta del ganado debido a su variada composición como grano y fibra celulósica, así como también, por tener mejor palatabilidad y calidad más elevada comparada con otros forrajes <sup>(2)</sup>. Durante las etapas activas del ensilado, las bacterias ácido lácticas, convierten en ácido láctico los azúcares solubles, lo cual causa un descenso del pH en toda la masa del ensilado. De manera general, se ha aceptado que el proceso metabólico más activo dentro del silo se da en las primeras 2 a 6 semanas, siempre y cuando se evite que el aire penetre dentro de la masa, lo cual resulta en una fase estable de ensilado <sup>(6)</sup>. En el estado de Sinaloa, durante la época de lluvia (julio-septiembre) hay abundancia de forrajes, sin embargo, cuando estos se acaban, empieza el periodo de sequía. Por lo tanto, es importante utilizar ensilados durante la época de escases. Los productores cuestionan hasta qué tiempo es seguro usar el ensilado después de que se ha preparado, y qué sucede con el ensilado después de un almacenamiento prolongado. Debido a esto, también es útil saber cuán consistente es la calidad del ensilado a lo largo del período de almacenamiento <sup>(7)</sup>. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad nutricional de cultivo y ensilado de tres variedades de maíz forrajero producido en el estado de Sinaloa.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### Ubicación del ensayo y estrategia de siembra

La presente investigación se desarrolló en el campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITSG), ubicado entre las coordenadas 25° a 26° N, y 108° a 109° O. Los híbridos utilizados para su evaluación fueron Semillas de Maíz GENEX15030, NOVASEM9617 y GENEX15717. La preparación de la cama de siembra consistió en dos pasadas de rastra, para incorporar el rastrojo del cultivo anterior (sorgo) y permitir una buena degradación del mismo, una pasada de rastra liviana, y por último una pasada de cincel, logrando una cama de siembra firme. Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron tres riegos, con altos caudales, logrando láminas de riego uniformes en cuanto a su frente de avance.

### Muestreo

Se realizaron 4 muestreos a diferentes etapas del cultivo de maíz, los cuales consistieron en recolectar de manera aleatoria 10 plantas por tratamiento para su análisis nutricional en el laboratorio. Una vez recolectadas las muestras, se trituraron en un molino para forrajes (Estrella Blanca Modelo Número 8) y se secaron a 60°C durante 12 h en un deshidratador modelo D20 TSM Products. Los muestreos se realizaron a los 60, 80, 100 y 120 días del ciclo de siembra. En lo que respecta a las características físicas de las plantas, estas se evaluaron en 20 plantas etiquetadas aleatoriamente a los 40 d de siembra para cada tratamiento, las cuales se monitorearon durante las siguientes etapas del ciclo de siembra (60, 80, 100 y 120 d).

### Evaluación de las características físicas de la planta

Las características físicas evaluadas en las plantas fueron: altura de la planta y diámetro del tallo, así como ancho y largo de las hojas. Tanto la altura de la planta, como el ancho y largo de las hojas se evaluaron directamente de la planta con un flexómetro (TRUPER GRIPPER 5m). Mientras que el grosor del tallo se evaluó con un vernier (Vernier Caliper Pretul 5"). Adicionalmente se calculó el Índice de Área Foliar (IAF), tomando en cuenta las dimensiones de la hoja, área sembrada y densidad de siembra <sup>(2)</sup>.

## Evaluación de la calidad de la planta y ensilado

### Materia Seca (MS)

El contenido de MS se evaluó mediante el método de secado por estufa de acuerdo a lo reportado por la AOAC 4.1.03 (2000) Método 934.01., donde se determinó el contenido de humedad de la muestra. Posteriormente, se calculó el contenido de MS por diferencia.

### Contenido de proteína

El contenido de proteína se determinó sobre la muestra seca, mediante el método 32.1.22 de AOAC (2000) con ligeras modificaciones, utilizando el digestor Kjeldhal (Scorpion Scientific A50302).

### Contenido de fibra cruda

El contenido de fibra se evaluó por medio del método 985.29 de Kennedy modificado utilizando un equipo digestor Scorpion Scientific (A.O.A.C. 2000).

### Contenido de minerales

La determinación de minerales se realizó conforme lo indica la AOAC (2000) Método 942.05, utilizando una mufla (FELISA FE-363) a una temperatura de 550°C.

### Preparación de minisilos y muestreo

El ensilaje se estableció a los 100 días de cultivo con un contenido de MS ente 25 – 30 %. Las plantas se trituraron en un molino para forrajes (Estrella Blanca Modelo Número 8) hasta llegar a tamaños de 0.5 - 1 cm<sup>2</sup> aproximadamente, para preparar los minisilos (20 kg), los cuales se prepararon por duplicado para cada tratamiento. El material triturado, se adicionó al contenedor y se mezcló con bacterias ácido lácticas (5%) y melaza (5%), dicha mezcla se compactó para eliminar la mayor cantidad de oxígeno presente y el adecuado desarrollo del ensilaje. Se realizaron 4 muestreos a diferentes etapas de ensilaje (1, 60, 120 y 180 d) cuidando de no introducir aire a la masa. Una vez recolectada la muestra, se realizaron las evaluaciones fisicoquímicas y de calidad nutricional.

### Evaluación de las características fisicoquímicas

#### Medición de pH y color

La evaluación del pH se realizó mezclando ensilado y agua destilada en una proporción 1:9 en un vaso de precipitado, posteriormente se agitó la mezcla y se

introdujo el electrodo del potenciómetro (HANNA modelo 211) previamente calibrado. El color se midió en la superficie del ensilado con un colorímetro (KONIKA MINOLTA CR-400, Japón). La medición del color incluyó la determinación de los valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (Mc.Lelland et al., 1995).

#### Análisis Estadístico

El proyecto fue realizado en dos etapas, la primera etapa que consistió en evaluar las características fenológicas y calidad nutricional de la planta durante el ciclo de cultivo y la segunda en evaluar la calidad nutricional del ensilado. El primer experimento fue realizado bajo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3x4, donde el primer factor fueron las variedades (GENEX15030, NOVASEM9617 y GENEX15717) y el segundo factor el tiempo en días después de la siembra (60, 80, 100 y 120). El segundo experimento fue realizado de igual manera bajo un DCA con arreglo factorial 3x4 donde el primer factor fueron las variedades y el segundo el tiempo de ensilado (1, 60, 120 y 180 d). Las diferencias entre las medias fueron estimadas mediante la prueba de rango múltiple de Tukey. Todos los análisis se realizaron con un nivel de confianza del 95% en el paquete estadístico Minitab 5®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características físicas de la planta

En el Cuadro 1, se muestran los resultados que se obtuvo para las variables físicas altura de la planta (AP) y diámetro del tallo (DT). Se observó que la AP fue afectada por la interacción de los factores tiempoXvariedad ( $P \leq 0.05$ ). Los valores más bajos para esta variable se registraron en el día 60 siendo iguales las tres variedades en ese día. De manera natural las plantas crecieron, estabilizándose su crecimiento entre el día 80 y 100 para las tres variedades. La variedad que presentó mayor crecimiento fue la G15030 en el día 80. En lo que respecta al DT, se observó que solo fue afectado por la variedad de maíz ( $P \leq 0.05$ ). La variedad G15030 y N9617 obtuvieron DT más elevados respecto G15717. En una investigación realizada por Montemayor-Trejo et al., (2012) se evaluó la producción de maíz en tres sistemas de riego y se registraron AP que van desde 1.58 – 2.89 m, así mismo se han

registrado AP que van desde 2.7 – 3.0 m con la aplicación de fungicidas foliares (Kalebich *et al.*, 2017). Los datos obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango reportado por estos investigadores. Al igual que la AP, el DT puede verse afectado por distintos factores, por lo tanto, puede encontrarse una gran variedad de resultados, como los reportados por Amin (2011), el cual aplicó diferentes fuentes de nitrógeno en maíz forrajero y reportó diámetros que pueden ir desde 3.3 cm en el día 45, hasta 5.5 cm en el día 90 de cultivo, los cuales son mayores a los obtenidos en esta investigación.

Cuadro 1. Efecto de la variedad y tiempo de cultivo sobre las características físicas de maíz forrajero

	Tiempo	Variedad		
		G15030	N9617	G15717
Altura Planta (m)	60	1.63c	1.71c	1.68c
	80	2.58a	2.51ab	2.41ab
	100	2.56a	2.52ab	2.31b
	120	2.19b	2.51ab	2.33b
Diámetro de Tallo (cm)		2.15A	2.12A	1.68B

a, b, c. Diferente literal dentro de renglón y columna indica diferencia significativa

A, B. Diferente literal dentro de renglón indica diferencia significativa

En el Cuadro 2, se muestran los promedios de las características físicas de la hoja como longitud (LH) y ancho (AH), así como el índice de área foliar (IAF). Se puede observar que la LH se vio afectada por la interacción de los factores principales ( $p \leq 0.05$ ), mientras que las demás variables (AH, IAF) sólo se vieron afectadas por la variedad. La LH más elevada se registró en el día 80 para la variedad N9617, mientras que el valor más bajo se observó en la variedad G15717 en el día 60. Yeganehpoor *et al.* (2015) indicaron valores de LH más bajos a los encontrados en esta investigación. En lo que respecta a la AH, la variedad G15030 registró el valor más alto, mientras que la G15717 el más bajo. El IAF está fuertemente relacionado con los parámetros mencionados anteriormente, por lo tanto, presentó el mismo comportamiento que la AH. Algunos investigadores han reportado que existe fuerte correlación positiva entre en área foliar y el rendimiento del grano en maíz (Bai *et al.*, 2000). Además, se encuentra fuertemente relacionado con la eficiencia de nitrógeno y con el índice de resistencia de las plantas (Chen *et al.*, 2006; Laffite and Edmeades, 1994). En una investigación realizada por Amin (2011) se reportó que

el IAF fue afectado por el tiempo de cultivo, con la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno en la fertilización, obteniendo valores de hasta 8.1 para la fertilización con sulfato y nitrato de amonio en el día 90. Por otro lado, Sánchez – Hernández et al. (2011) encontraron diferencias significativas de IAF entre las variedades de maíz estudiadas. Estos valores van desde 2.6 a 3.7 los cuales son similares a los encontrados en esta investigación.

Cuadro 2. Efecto de la variedad y tiempo de cultivo sobre las características físicas de la hoja de maíz forrajero

	Tiempo (d)	Variedad		
		G15030	N9617	G15717
Longitud Hoja (cm)	60	103.25a	96.74ab	88.04c
	80	97.16ab	104.73a	90.74bc
	100	91.73bc	98.60ab	88.98bc
	120	91.24bc	99.18ab	90.59bc
Ancho Hoja (cm)		8.27A	7.39B	6.42C
IAF		2.39A	2.31A	2.06B

a, b, c. Diferente literal dentro de renglón y columna indica diferencia significativa

A, B, C. Diferente literal dentro de renglón indica diferencia significativa

Calidad de la planta.

En el Cuadro 3., se muestra la composición química de la planta entera de las diferentes variedades de maíz forrajero durante en tiempo de cultivo. Y se observó que hubo efecto de la interacción ( $p \leq 0.05$ ) de los factores principales para materia seca (MS), fibra cruda (FC) y minerales (MIN), mientras que el contenido proteico (PROT) sólo fue afectado por el factor tiempo. La MS aumentó conforme avanzó el ciclo de cultivo y se presentó el valor más bajo en la variedad G15717 al día 60, mientras que el más elevado se observó en la variedad N9617 en el último día de muestreo (120 d). Los resultados de MS concuerdan con los reportados por Ferreira et al. (2014); Haerr et al. (2015); Kalebich et al. (2017). El contenido de FC mostró el mismo comportamiento que MS, con un aumento gradual conforme avanzó el tiempo de cultivo. En el día 60 se observó el porcentaje más bajo en la variedad N9617, mientras que el más elevado fue en el día 120 para la variedad G15030. De igual manera, el contenido de MIN aumentó con el tiempo y el valor más bajo se registró en la variedad G15030 al inicio del muestreo (60 d) y fue en esta misma variedad que se observó el valor más elevado en el día 120 de cultivo. Estos comportamientos en las variables se atribuyen principalmente a la pérdida de

humedad en el suelo y en la planta, lo cual provoca un aumento en la concentración de los demás componentes. Resultados similares para minerales fueron reportados por Kalebich et al., (2017). Por último, el porcentaje de PROT sólo cambió con el tiempo de cultivo y se mostró un decremento conforme avanzó el tiempo de cultivo. Se obtuvo el valor más elevado en el día 60 y decreció hasta el día 120 para todas las variedades. Resultados similares del contenido de proteína fueron reportados por Amin (2011), en diferentes fracciones de la planta de maíz y Ferreira et al., (2014) a diferentes densidades de siembra para este mismo cultivo.

Cuadro 3. Composición Química de la planta de tres diferentes variedades de maíz forrajero cultivado en Sinaloa

	Tiempo (d)	Variedad		
		G15030	N9617	G15717
<b>Materia Seca (%)</b>	60	12.50f	12.30f	11.34f
	80	19.05de	21.26d	18.69de
	100	28.63b	23.76c	25.14c
	120	31.22ab	33.46a	29.76b
<b>Fibra Cruda (%) de MS</b>	60	57.67c	52.94d	58.68c
	80	63.59b	62.02bc	61.78bc
	100	69.55a	69.20a	69.35a
	120	72.50a	71.86a	69.13a
<b>Minerales (%)</b>	60	5.57e	5.78e	6.50e
	80	8.03c	7.48de	7.48de
	100	10.65ab	8.65c	9.76bc
	120	11.62a	10.19b	11.22ab
<b>Tiempo (d)</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>Proteína (%) de MS</b>	12.87A	10.23B	8.10C	7.75C

a, b, c, d, e, f. Diferente literal dentro de renglón y columna indica diferencia significativa

A, B, C. Diferente literal dentro de renglón indica diferencia significativa

Calidad del ensilado

Los resultados que arrojó la evaluación de la composición química de los ensilados durante el tiempo de almacenamiento se muestran en el Cuadro 4. Se observó que la única variable que presentó efecto de la interacción ( $p \leq 0.05$ ) de los factores principales fue el contenido de proteína, mientras que las demás variables (MS, FC y MIN) sólo fueron afectadas por la variedad. La PROT presentó un ligero descenso

con respecto al tiempo de almacenamiento. La variedad N9617 mostró el valor más elevado en el día uno de almacenamiento, mientras que al final del almacenamiento todos los tratamientos presentaron el mismo nivel de PROT. Tanto el porcentaje de MS, FC y MIN se mantuvo constante durante el almacenamiento y el valor más elevado se registró en la variedad G15030 para todas estas variables mencionadas mientras que el más bajo fue para la variedad N9617.

Cuadro 4. Composición Química de Ensilado de tres variedades de maíz forrajero producido en Sinaloa

	Tiempo (d)	Variedad		
		G15030	N9617	G15717
<b>Proteína % de MS</b>	1	8.00a	8.11a	7.63ab
	60	7.76ab	7.33b	7.93ab
	120	7.73ab	7.16b	7.86ab
	180	7.86ab	7.76ab	7.80ab
<b>Materia Seca (%)</b>		29.41A	27.22B	28.72A
<b>FC % de MS</b>		61.83A	59.92B	60.68AB
<b>Minerales (%)</b>		6.73	6.39	6.64

a, b. Diferente literal dentro de renglón y columna indica diferencia significativa  
 A, B. Diferente literal dentro de renglón indica diferencia significativa

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de las características fisicoquímicas de ensilados que se obtuvieron de las tres variedades sembradas y se observó que los tres parámetros evaluados se afectaron ( $p \leq 0.05$ ) por la interacción de los factores principales. En lo que respecta a pH fue decreciendo conforme aumentó el tiempo de almacenamiento y llegó hasta valores cercanos a 3.5. Como se puede observar se evaluó el color de los ensilados, el cual es importante ya que, junto con el olor es indicativo del buen estado del ensilado. La presencia de color oscuro puede indicar crecimiento microbiano. Los resultados arrojados indican que el parámetro L\* aumentó en los primeros 30 d para después decrecer hasta valores de 34 a 37 en

el último día de almacenamiento. El parámetro a\* presentó valores negativos, lo que indica que la saturación de tonalidades verde.

Cuadro 5. Características Fisicoquímicas de Ensilado de tres variedades de maíz forrajero producido en Sinaloa

	Tiempo (d)	Variedad		
		G15030	N9617	G15717
<b>pH</b>	1	5.23b	5.56ab	5.96a
	60	4.76c	4.93bc	5.06bc
	120	3.93de	4.00de	4.10d
	180	3.46f	3.66ef	3.60ef
<b>L*</b>	1	34.37b	43.58 <sup>a</sup>	34.69b
	60	40.00ab	42.38ab	43.56a
	120	37.47b	37.28b	40.06ab
	180	34.69b	36.12b	37.83ab
<b>a*</b>	1	-1.14a	-3.46c	-2.85bc
	60	-1.82ab	-1.07 <sup>a</sup>	-1.52ab
	120	-1.81ab	-1.58ab	-1.76ab
	180	-2.85bc	-2.18ab	-2.20ab
<b>b*</b>	1	19.77c	25.51ab	19.32c
	60	22.32bc	26.57a	25.31ab
	120	22.09bc	22.54bc	24.08ab
	180	22.25bc	22.69bc	24.54ab

a, b, c, d, e, f. Diferente literal dentro de renglón y columna indica diferencia significativa

Este parámetro decreció durante los primeros 30 d de almacenamiento, para después sufrir un aumento en el último día de almacenamiento con valores entre

2.1 y 2.2. El tercer parámetro de color evaluado ( $b^*$ ) presentó valor positivo, lo que indica tendencia hacia la saturación del color amarillo. Por lo tanto, las muestras de ensilado muestran la tendencia hacia la saturación verde amarilla propia de estas. Dicho parámetro presentó el mismo comportamiento que los dos antes mencionados, el cual aumentó en el día 30 para después decrecer hasta el día 180.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados mostraron que tanto la variedad, como el tiempo de cultivo afectan los parámetros evaluados. La altura de la planta y longitud de la hoja se ven afectadas tanto por la variedad de la planta como por el tiempo de cultivo, mientras que el diámetro del tallo y el ancho de la hoja sólo cambia de acuerdo a la variedad. En lo que respecta a la calidad del cultivo, la proteína sólo se ve afectada por los días de cultivo, mientras que los demás parámetros se ven afectados por los dos factores principales. La mayor parte de las variables de calidad de ensilado sólo se vieron afectadas por la variedad, mientras que PC si se ve afectada por ambos factores. Al igual que PC, los demás parámetros como pH,  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  fueron afectados por ambos factores. Los resultados sugieren que el cultivo de maíz es una opción para la elaboración de ensilado de buena calidad, además que debido a su contenido de materia seca presenta un buen rendimiento respecto a otros forrajes.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Amin M.E.H. 2011. Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 10, 17–23
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000) Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition, Washington DC.
- Bai Y X, Wang Z R, Chen B G, Zhong G R, Zhang Z D, Lu GH. 2000. The characters of three ear leaves of corn hybrids and correlative research about three ear leaves with ear and kernel weights of signal plant. *Acta Agriculturae BoreallSinica*, **15**,32–35.
- Chen F J, Mi G H, Zhang F S. 2006. Analysis of heterosis for nitrogen use efficiency in maize. *Journal of Maize Sciences*, **14**, 125–128
- Der Bedrosian M.C., Nestor Jr. K.E., Kung Jr. L. 2012. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.* 95:5115-5126
- Ferreira G., Alfonso M., Depino S., Alessandri E. 2014. Effect of planting density on nutritional quality of green-chopped corn for silage. *J. Dairy Sci.* 97:5918-5921
- Haerr K.J., Lopes N.M., Pereira M.N., Fellows G.M., Cardoso F.C. 2015. Corn silage from corn treated with foliar fungicide and performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 98:8962-8972
- Kalebich C.C., Weatherly M.E., Robinson K.N., Fellows G.M., Murphy M.R., Cardoso F.C. 2017. Foliar fungicide (pyraclostrobin) application effects on plant composition of a silage variety corn. *Animal Feed Science and Technology*. 225: 38-53
- Kalebich C.C., Weatherly M.E., Robinson K.N., Fellows G.M., Murphy M.R., Cardoso F.C. 2017. Foliar fungicide (pyraclostrobin) application on corn and its effect on corn silage composition. *Animal Feed Science and Technology*. 229: 19-31
- Kung Jr. L., Lim J.M., Hudson D.J., Smith J.M., Joerger R.D. 2015. Chemical composition and nutritive value of corn silage harvested in the northeastern United States after Tropical Storm Irene. *J. Dairy Sci.* 98:2055-2062
- Lafitte H R, Edmeades G O. 1994. Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize. II. Grain yield, biomass production, and N accumulation. *Field Crops Research*, **39**, 15–25.
- McLelland M.R., Lind L.R., Kime R.W. 1995. Hue angle determinations and statical analysis for multiquadrant Hunter L\*, a\*, b\* data. *Journal of Food Quality*. 18,235-240
- Montemayor-Trejo J.F., Lara-Míreles J.L., Woo-Reza J.L., Munguía-López J., Rivera-González M., Trucíos-Caciano R. 2012. Producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en tres sistemas de irrigación en la comarca lagunera de Coahuila y Durango, México. *Agrociencia* 46: 267-278

- Pahlow, G., R. E. Muck, F. Driehuis, S. J. W. H. Oude Elferink, and S. F. Spoelstra. 2003. Microbiology of ensiling. Pages 31–93 in *Silage Science and Technology* (Agronomy Series No. 42). D. R. Buxton, R. E. Muck, and H. J. Harrison, ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Sánchez-Hernández M.A., Aguilar-Martínez C.U., Valenzuela-Jiménez N., Sánchez-Hernández C., Jiménez-Rojas M.C., Villanueva-Verduzco C. 2011. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana* 22(2):281-295
- Weaver, D., Coppock, C., Lake, G., Everett, R., 1978. Effect of maturation on composition and in vitro dry matter digestibility of corn plant parts. *J. Dairy Sci.* 61, 1782–1788.
- Weinberg Z.G., Chen Y. 2013. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. *Animal Feed Science and Technology.* 185:196-200
- Yeganehpour F., Salmasi S.Z., Abedi G., Samadiyan F., Beyginiya V. 2015. Effects of cover crops and weed management on corn yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 14:178–181

---

# APROVECHAMIENTO DE LA PULPA DE CALABAZA (CUCURBITA SPP) PARA OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO

MARÍA DEL ROSARIO BERNABÉ SALAS<sup>1</sup>, DIEGO GARCÍA CRUZ<sup>2</sup>, JOSÉ PASCUAL HERNÁNDEZ JIMÉNEZ<sup>3</sup>

## INTRODUCCIÓN

El uso de recursos renovables y la biodegradabilidad del producto se consideran las nuevas alternativas para disminuir el impacto ambiental ocasionado por la acumulación de materiales sintéticos.

El aprovechamiento de recursos naturales para la obtención de productos biodegradable es de suma importancia para el desarrollo de nuevos productos de bajo impacto ambiental. En esta investigación se tiene como objetivo aprovechar la pulpa de calabaza de castilla para obtener un plástico biodegradable, mediante un proceso de gelificación y deshidratación, utilizando diversos aditivos que fungan como gelificantes, se utilizaron diversas concentraciones de pulpa de calabaza, aditivos y distintas temperaturas al momento de la deshidratación.

Se establecieron 10 mezclas de pulpa, se tuvo como resultado un polímero donde color amarillo de superficie lisa brillante y con humedad baja.

Respecto a la parte microbiológica los agentes microbianos contaminantes encontrados fueron hongos filamentosos principalmente penicillium los más comunes en el medio ambiente.

Para identificar la biodegradabilidad del producto se procedió a dejar muestra a la intemperie y llevando a cabo pesos por un periodo de 70 días, tiempo en el cual se registro una disminución de peso de hasta un 85% para el caso de tratamiento de 70°C.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán  
rbernabe@tecserdan.edu.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán dgc121496@gmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán  
jhernandez@tecserdan.edu.mx

## **ANTECEDENTES**

El uso de recursos renovables y la biodegradabilidad del producto se consideran las nuevas alternativas para disminuir el impacto ambiental ocasionado por la acumulación de materiales sintéticos. Estos polímeros tienen un origen en materias orgánicas, de ahí el concepto de bioplástico, un principio renovable que pueden degradarse por la acción. Los bioplásticos pueden ser fabricados a partir de recursos renovables, tanto de origen animal como vegetal o recursos fósiles. En la estructura química lo que hace un polímero biodegradable y lo diferencia de un polímero convencional, esto permite que pueda ser destruido por microorganismos, como hongos y bacterias en ambientes biológicamente activos (Castrillo, 2012).

Según la International Standard Organization (ISO) los bioplásticos son definidos como aquellos plásticos que se degradan por la acción de los microorganismos. Son estructuras poliméricas que permiten mantener completamente la integridad física durante manufactura, posterior almacenamiento, envasado, vida en estanterías y uso por el consumidor, pero al final de su vida útil son desechados y sufren cambios químicos por influencia de agentes ambientales y microorganismos, que lo transforman en sustancias simples o en componentes menores que eventualmente se asimilan al medio ambiente (Escudero, 2011).

### **Biodegradabilidad**

Se trata de procesos que describen la mineralización de las estructuras orgánicas por medio de microorganismos. Estos microorganismos convierten los bioplásticos en dióxido de carbono, metano, agua y biomasa (European Plastic Converters, 2009).

Los procesos de biodegradación comprenden dos categorías: biodegradación primaria y biodegradación secundaria o mineralización. Durante la biodegradación primaria se producen discretas alteraciones estructurales en la molécula original, lo que hace que esta pierda sus propiedades físico-químicas. Durante la biodegradación secundaria o total, la sustancia química es metabolizada por microorganismos como fuente de carbono y energía, siendo completamente transformada en compuestos inorgánicos. La descomposición puede llevarse a

cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica) (Pardo, et al. 2011).

Los factores que influyen en el proceso biodegradativo son las condiciones del medio (pH, temperatura, humedad, etc.), las características del polímero (peso molecular, enlaces químicos susceptibles a la hidrólisis, presencia de monómeros residual o aditivos, etc.), dimensiones del material y las características del microorganismo (cantidad, tipo y fuente).

Los materiales biodegradables no necesariamente son compostables, pues un material es biodegradable si la degradación ocurre como resultado de la acción de microorganismos y el material sufre descomposición en materia orgánica y minerales. Sin embargo, los plásticos compostables son degradables por los procesos biológicos en condiciones específicas (humedad, temperatura y tiempo) que ocurren durante el compostado y se convierte en dióxido de carbono, agua biomasa y que no deja residuos tóxicos ni visibles (European Plastic Converters, 2009).

#### Evaluación del proceso degradativo

La ISO publicó la norma EN 13432 adaptada para envases, en esta se describen métodos de prueba para determinar la biodegradación de los polímeros en el lapso del sistema de compostado a nivel industrial. Esta norma describe métodos de prueba para determinar la degradación de polímeros en un lapso de tiempo.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), establece varias pruebas para determinar la biodegradabilidad de una sustancia, algunos de estos ensayos comprenden las pruebas de biodegradabilidad inmediata, intrínseca y en suelos (Vázquez, et. al. 2004).

Las pruebas de biodegradabilidad inmediata se basan en la incubación aerobia estática, o por lote, de una cantidad reducida de biomasa en un medio mineral, a pH neutro y temperaturas entre 20 y 25°C. La sustancia en estudio se añade a una concentración definida, como única fuente de carbono y energía. El inóculo consiste en una población microbiana natural que no haya sido expuesta al compuesto de prueba (Vázquez, et. al. 2004).

### Importancia de la calabaza en México

La calabaza (perteneciente al género Cucurbita) es uno de los vegetales de mayor importancia en México. Primordialmente se utiliza como alimento, tanto en Latinoamérica como en muchas otras regiones del mundo en las que han sido introducidas.

Los frutos tiernos y maduros y las semillas son las partes más comunes empleadas con fines alimentarios, mientras que las flores (generalmente las estaminadas o masculinas) y las partes tiernas de los tallos, conocidas generalmente como “puntas de las guías”, se utilizan en menor escala como verdura (Lira. 1995).

Actualmente en México se produce calabaza de castilla (Cucurbita Spp.) para la comercialización de semilla por su utilización como una botana popular, siendo una producción de gran importancia ya que se produce un derrame económico anual considerablemente alto su precio por unidad oscila entre los 55 a 80 pesos, dando un rendimiento por hectárea de 500 a 800 kg dependiendo de las condiciones bajo las que se cultiven.

Este tipo de cultivo solo tiene un fin extraer su semilla, dejando la pulpa abandonada en el campo, aunque en ocasiones se es utilizada para alimento de ganado no tiene ningún valor económico que se le pueda dar a este desperdicio agrícola, dejando así el resto pudrirse en el campo, liberando en el proceso de descomposición gases de efecto invernadero como lo son el metano y el dióxido de carbono.

La pulpa de calabaza, que es despreciada por no tener valor económico para el agricultor podría ser utilizada para la fabricación de productos derivado a partir de ella como lo puede ser la obtención de un plástico de origen vegetal, siendo este una oportunidad para poder aprovechar mejor este desperdicio agrícola, encontrarle un nuevo uso, y verlo como una nueva fuente de ingreso.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

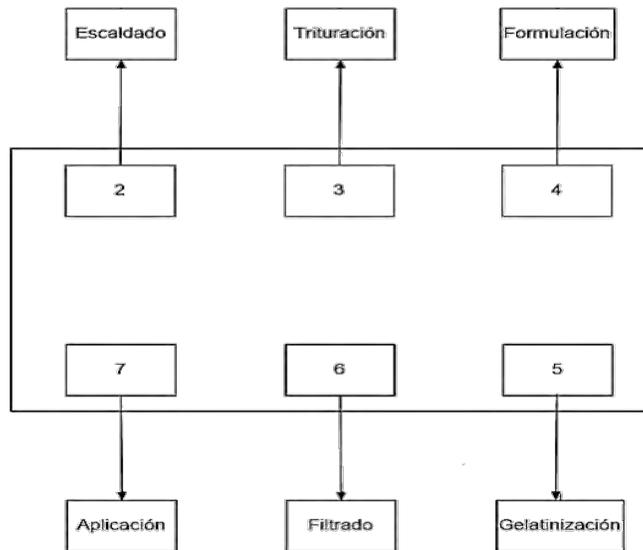
Para la obtención de resultados, se llevó a cabo un diseño de tipo factorial  $3^2$  el cual permitió realizar diferentes pruebas para lograr la estandarización del método de obtención de bioplástico a partir de la pulpa de calabaza de castilla.

Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Usos Múltiples del Instituto Tecnológico superior de Ciudad Serdán, las muestras de calabaza de castilla (pulpa en este caso) fueron donadas por productores de la zona de influencia.

Para obtener un bioplástico a partir de la calabaza de castilla (*Cucurbita Spp.*), se emplearon dos técnicas experimentales, las cuales fueron obtenidas de la tesis "Elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón extraído del maíz (*Zea mays*)" y del artículo "Usos potenciales de la cáscara de banana", se toman como referencia estas técnicas debido a que no existe una técnica con características similares a las características de la calabaza de castilla (Javier López Giraldo, 2014).

En la parte inferior de este texto se presenta el proceso adaptado para la obtención de un bioplástico (fig. 1); la adecuación de la metodología consiste en 6 pasos los cuales son: escaldado, trituración, formulación, aplicación de reactivos, filtrado y gelatinización.

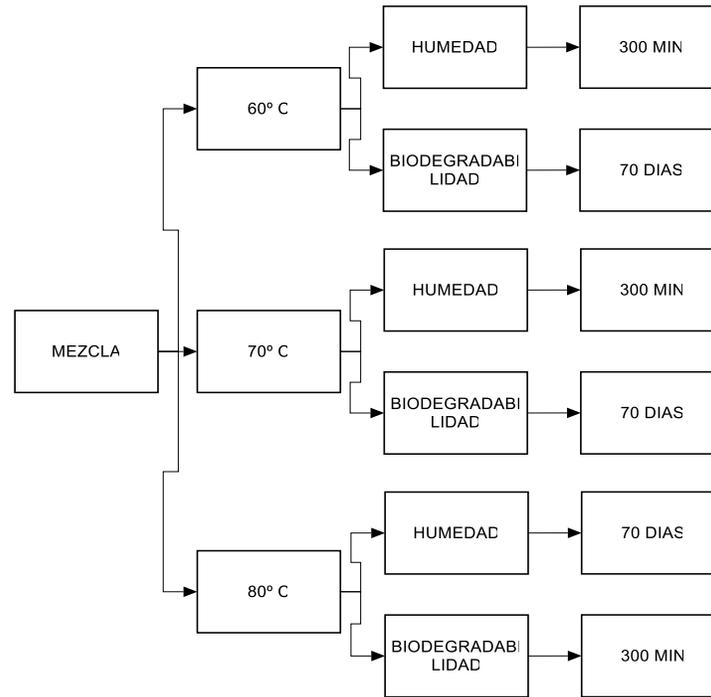
Figura 14 Proceso adaptado para la obtención de bioplástico



Fuente: Elaborado por García Cruz Diego

El diseño experimental se muestra a continuación (fig. 2) se muestran las tres temperaturas diferentes y los dos procedimientos para determinar la humedad y la biodegradabilidad al igual que los días y los tiempos para humedad.

Figura 15 Diseño experimental en relación con la temperatura, humedad y biodegradabilidad



Fuente: Elaborado por García Cruz Diego

Se prepararon mezclas con distinta proporción de los reactivos en porcentaje peso/peso, con el propósito de observar qué plastificante obtuvo mejores características.

Para obtener el bioplástico se calentó una mezcla que contenía todos aquellos reactivos empleados propuestos, posteriormente se contabilizó el tiempo en que esta mezcla se gelatiniza (aumentar densidad y cambios de color), posteriormente se colocó en un horno de secado una determinada cantidad de dicha mezcla y se mantuvo dentro hasta que se retiró el agua libre, este proceso fue necesario para remover el exceso de agua y lograr las características deseadas a la pasta.

Se establecieron 10 mezclas donde se incluía la calabaza de castilla y diversos plastificantes donde estos ayudan a que haya una mejor interacción entre los enlaces, con la mezcla número 9 se logró obtener un bioplástico con las

características físicas deseadas y con un tiempo de gelificación igual a  $3:12 \pm 10$  minutos, y un periodo de deshidratación de  $240 \pm 10$  min a una temperatura de  $70 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ .

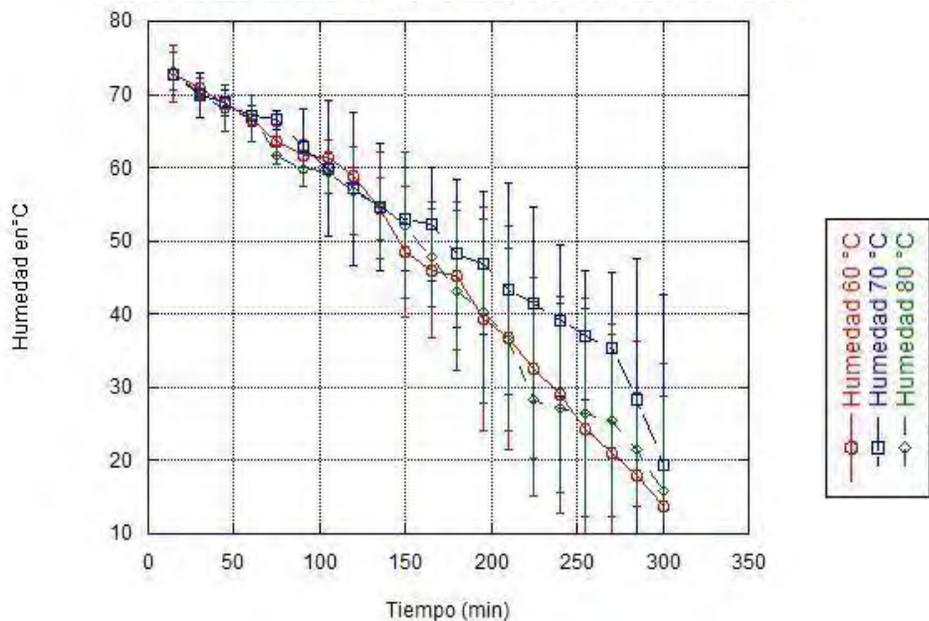
Para poder obtener el bioplástico se utilizó 75% de materia orgánica extraída de la calabaza de castilla (Cucurbita Spp.) y un 25 % de gelificantes (agua, glicerina, almidón de papa, urea), la cual permitió sufrir transformaciones físicas y químicas que generaron un biopolímero.

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Después de llevar a cabo el diseño experimental con las distintas formulaciones se procedió a realizar gráficos para mejor interpretación de resultados. El programa para realizar las gráficas fue Statistics.

La mezcla número 9 fue la idónea para obtener el bioplástico, en la gráfica 1 se puede observar que la temperatura aplicada al proceso de deshidratado afecta directamente a la humedad presente con respecto al tiempo.

Gráfica 1 Determinación de temperatura para obtención de bioplástico



**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL BIOPLÁSTICO OBTENIDO**

Se obtuvo una biopelícula con las siguientes características, el color: obtenido fue amarillo, ligeramente opaco, con brillo por la presencia de la glicerina en la elaboración, una transparencia ligera ya que, deja observar a través de la

biopelícula obtenida, aunque se observa con ligeros tonos amarillos, una textura suave al tacto, ligeramente grasosa, lisa en la superficie superior, flexible y maleable.

Tabla 6 Características físicas del bioplástico obtenido

	60°C	70°C	80°C
<b>Color</b>	Naranja pálido	Naranja brillante	Naranja oscuro
<b>Transparencia</b>	Sí ligeramente	Sí ligeramente	Si poca visibilidad
<b>Textura</b>	Lisa, firme	Lisa, firme	Lisa, firme

CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA

En el análisis microbiológico se logró observar que para el tratamiento a 60°C el 80 % de las muestras de un total de 20 se contaminaron con hongos filamentosos, mientras que la muestra que se deshidrato a 80 °C solamente tuvo crecimiento en un 5% del total de 20 muestras. En cuanto a la caracterización macroscópica (ilustración 1) se pudieron observar colonias con ligera mucosa, color café claro verdoso, olor a humedad, colonias circulares, en otro tipo de agar se aprecian colonias verdosas con ligeros tonos café, colonias aterciopeladas, sin mucosa, en la periferia exterior de la colonia existe un ligero color negro opaco.

Ilustración 12 Observaciones al microscopio óptico a 100x



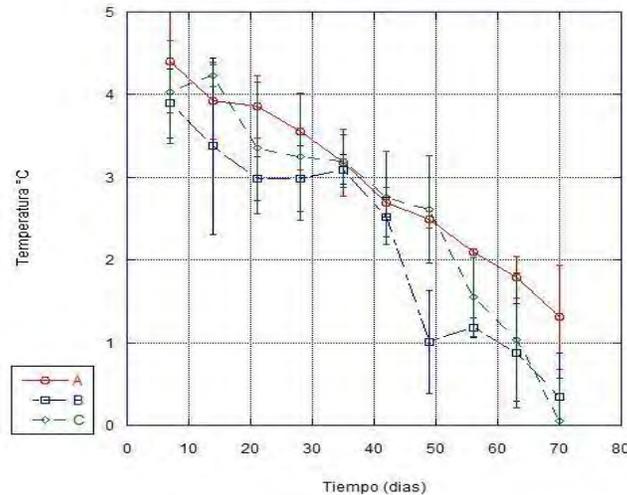
Ilustración 1 a) siembra de cultivo en Agar MacConkey, b) siembra de cultivo en agar papa dextrosa (PDA), c) vista al microscopio óptico a 100x. El orden de las imágenes va de izquierda a derecha.

CARACTERIZACIÓN DE BIODEGRADABILIDAD

La temperatura a la que se somete el bioplástico a deshidratarse afecta directamente a el tiempo de degradación a intemperie, siendo el tratamiento 2

(70°C), disminuyendo su peso inicial hasta en un 85% en un total de 70 días, mientras que el tratamiento a 1 (60°C) disminuyó en un 64% en el mismo tiempo.

Gráfica 2 Degradabilidad de los tratamientos a condiciones típicas (intemperie)



**CONCLUSIONES**

El cambio climático y la necesidad del cuidado del medio ambiente nos afecta a todos; sin embargo, la investigación para la obtención de nuevos materiales que sean amigables con el medio ambiente es un trabajo arduo para encontrar las materias primas necesarias para poder elaborarlos y sobre todo que estos recursos naturales no afecten a la seguridad alimentaria de la población, que sean de fácil acceso y sobre todo no muy costosos al momento de adquirirlos.

La calabaza de castilla tiene como único fin la extracción de su semilla por su alto valor comercial, por lo que emplear la pulpa como materia prima para la obtención de un bioplástico o recubrimiento para alimentos brindaría mayor valor agregado a este cultivo, en el sector agrícola, se estaría aprovechando en un 95% la calabaza o más bien la cosecha de este cultivo, no se desperdiciaría en las parcelas.

En el proceso de elaboración no solo se genera una formula para la obtención del bioplástico, sino que también existe un producto que sirve para el recubrimiento de alimentos.

---

**REFERENCIAS BLIOGRAFICAS**

- Arévalo, A. G. (2016). Elaboración de bioplástico biodegradable a partir de almidón del maíz (*Zea Mays*): Facultad De Ingeniería Química. Guatemala.
- Castrillón, T. Guía técnica de envases y embalajes (en línea). Consultado 31 de enero 2010 en [www.guiaenvase.com/phs/ainia.html](http://www.guiaenvase.com/phs/ainia.html).
- Escudero, L. 2011. Determinación de la biodegradabilidad y toxicidad de materiales plásticos (Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Cartagena) Colombia. European Plastics Converters (EUPC). Ins. Arg. De Env. (IAE). 24(1): 60-67, 2009. Lira Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecográficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. Rom. Italia. International Plant Genetic Resources Institute. 1995. 281.
- López Giraldo, J. C. 2014. Usos potenciales de la cáscara de banano: Elaboración de un bioplástico.
- Merchán, P.; Ballesteros, D.; Jiménez, I. C.; Medina, J.A. y Álvarez, O. Estudio de la biodegradación aerobia de almidón termoplástico (en línea). Consultado 31 de enero 2010 en [www.polimeros.labb.usb.ve/RLMN/home.html](http://www.polimeros.labb.usb.ve/RLMN/home.html)
- Pardo, L.; Menéndez, J. y Giraudo, M. La Alimentación Latinoamericana. 292: 42 – 44, 2011.
- Vázquez, G.A. y Beltrán, R.I. 2004. *Interciencia*, 29(10):571 – 574.

---

# APLICACIÓN DE MACRO DE EXCEL® PARA DISEÑO DE CURVAS SIMPLES Y SUS TANGENTES

CE TOCHTLI MENDEZ RAMIREZ<sup>1</sup>, KALEB AL AISSA GARCÍA CONTRERAS<sup>2</sup>, JOSÉ ALBERTO REYES JIMÉNEZ<sup>3</sup>

## INTRODUCCIÓN

La programación en la ingeniería tiene su razón en la necesidad de facilitar el trabajo del ingeniero para agilizar sus tiempos de producción, sean estos aplicados al diseño o a la construcción. Esto se ha hecho por mucho tiempo, tanto como el primer lenguaje de programación el cuál fue creado para hacer cálculos.

Con el tiempo la forma de programar, así como los ordenadores fueron cambiando y evolucionando hasta convertirse en lo ahora se conoce. Al inicio ambos eran muy rudimentarios, en la actualidad los programas son muy completos, dando la posibilidad de elegir, por ejemplo, el programa que se adapte mejor a las necesidades tanto del usuario como de la máquina, ya sea por facilidad en el lenguaje de programación, por las funciones que permita desarrollar o por el programa en el que se ejecute.

Para la ingeniería civil el primer paso en un proyecto a realizar es el diseño, este debe buscarse que cumpla con las normas de seguridad, además de permitir al usuario hacer un uso adecuado y cómodo, sin que se deje de considerar el costo de la obra.

Dentro del área de vías terrestres el proceso del proyecto no es una situación diferente, uno de los primeros pasos es el diseño del trazo geométrico, pues de él dependerá que una carretera no resulte en un costo elevado, tanto en construcción como en mantenimiento.

Una curva circular simple (CCS) es aquella circunferencia que unirá dos puntos de dos distintos alineamientos rectos de una carretera, dicha circunferencia deberá tener el mismo arco, es decir, mantener el mismo radio y el mismo centro de curva..

---

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana/ Facultad de Ingeniería Civil ce.tochtli.ca@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Veracruzana/ Facultad de Ingeniería Civil. kaleb.gcontreras@gmail.com

<sup>3</sup> Universidad Veracruzana/ Facultad de Ingeniería Civil. albreyes@uv.mx

Mediante el este trabajo se busca realizar un programa de fácil acceso que permita realizar el cálculo de las CCS, además podrá calcular las tangentes horizontales que son la distancia recta que debe existir entre dos curvas, es decir, entre el punto final de la primer curva y el punto de inicio de la siguiente curva.

Las tangentes horizontales son los tramos de caminos o vías que unen una curva con otra.

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La realización de una carretera conlleva muchos cálculos, como el de la traza geométrica (ruta), el diseño de los subdrenes, entre otros. Debido a esto es que el ingeniero necesita optimizar tiempos y esto es posible mediante programas.

La problemática presentada actualmente es los altos costos en la adquisición de programas tales, como Road calc<sup>®</sup>, Inroads<sup>®</sup>, entre otros. Además, algunos es que son aplicaciones externas y que requieren de ciertas especificaciones para poder ser utilizadas en los equipos o que se ejecutan desde una plataforma como AutoCAD<sup>®</sup>

Por lo anterior, se considera pertinente la necesidad de crear un programa simple y de bajo costo.

### **OBJETIVO**

Crear un conjunto de rutinas capaces de resolver de forma eficiente las curvas simples, así como el cálculo de las tangentes horizontales, optimizando tiempos del usuario además de ser de fácil acceso.

### **DESARROLLO**

El diseño geométrico de la carretera es la determinación del diseño, así como las características visibles en la carretera. Lo más importante es satisfacer la necesidad del conductor y garantizar la seguridad vial. Otros factores son la comodidad mientras se conduce y la eficiencia, tanto en tiempo de traslado como en el presupuesto destinado al proyecto.

El diseño geométrico se verá afectado por diferentes factores como lo son la influencia de las características del vehículo, esto quiere decir que se diseñará dependiendo el vehículo de mayor tamaño que transitará por dicha carretera, también por el volumen, la velocidad y las características del tráfico además de comportamiento y psicología del conductor. Donde esto último se verá reflejado en variables como la distancia de reacción que dependerá meramente de los reflejos del conductor.

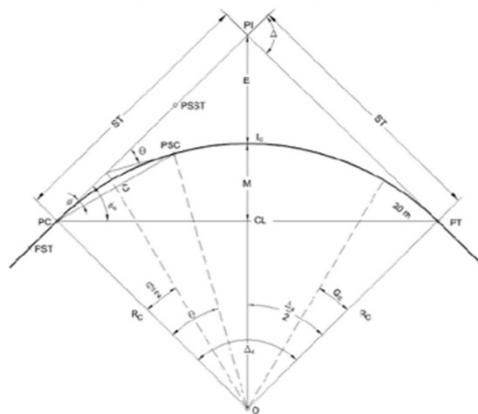
**Curva Simple**

Fernández (2000) dice “Las curvas horizontales se utilizan para pasar de una alineación recta (que tiene un determinado azimut) a otra alineación recta (con un azimut distinto) controlando los efectos dinámicos que se producen por el efecto combinado de la velocidad y el cambio de dirección.” Esto quiere decir que la combinación del efecto causado por el cambio en la trayectoria de un automóvil con el cambio en la velocidad provocada, ya sea de manera instintiva por el conductor debido al mencionado cambio o por el impulso provocado por el cambio de la misma, debe ser controlado por el diseño de las curvas horizontales.

El Manual de proyecto geométrico de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT), considera dos tipos de curvas y las describe como: a la Curva Circular Simple y Curvas Circular Compuesta de la siguiente manera:

- Curva Circular Simple (CCS): Arco de una sola circunferencia que une dos tangentes consecutivas y están compuestas por los elementos que se pueden observar en la figura 1.

Figura 16 Curva simple y sus elementos



A continuación, se describe cada elemento de la CCS.

- Centro de la curva (O): Centro del círculo al que pertenece el arco analizado.
- Grado de curvatura ( $G_c$ ): Corresponde al ángulo central subtendido por un arco o una cuerda unidad de determinada longitud.
- Ángulo de deflexión ( $\Delta$ ): Formado por la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha según esté medido.
- Punto de intersección (PI): Punto donde cruzan las subtangentes.
- Radio ( $R_c$ ): Distancia de un punto de la circunferencia hasta el centro del círculo.
- Punto de comienzo (PC): Punto donde comienza la curva.
- Punto de término (PT): Punto donde finaliza la curva.
- Subtangente (ST): Distancia desde el PI de las tangentes hasta cualquiera de los puntos de tangencia de la curva (PC o PT).
- Longitud de la curva (LC): Distancia desde el PC hasta el PT recorriendo el arco de la curva.
- Cuerda larga (CL): Línea recta que une al PC y PT.
- Curva Circular Compuesta (CCC): Están formadas por arcos de círculos desiguales y con diferente punto central. Se dice que entre las curvas circulares existen las compuestas directas que son cuando los arcos son del mismo sentido

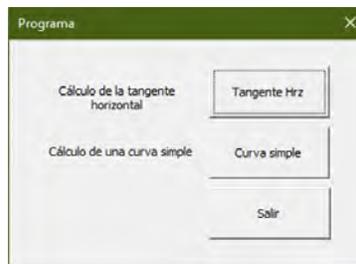
#### Tangente Horizontal

La SCT establece como tangente horizontal a la recta que une dos curvas horizontales consecutivas; lo que significa que inicia al final de la curva y termina al empezar la siguiente curva. Se considera por tener por contar una dirección y longitud. Su dirección está determinada por el azimut.

### Rutinas

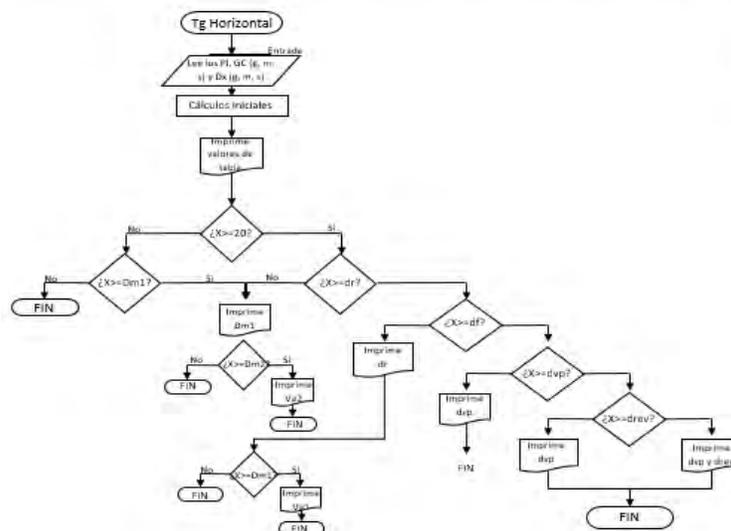
Teniendo como definición de rutina al conjunto de instrucciones que pueden ser utilizadas en un programa, en este caso aplicadas en una hoja de Excel®. Este trabajo genero tres rutinas que permiten seleccionar, calcular y generar una CCS o revisar las longitudes de las tangentes horizontales en función a la normativa SCT. La primera de las rutinas es la que permitirá mostrar la ventana de selección, esta mostrara los botones para ingresar a una de las dos opciones programadas, CCS o Tangente horizontal.

Figura 2 ventana de selección de programa.



La segunda rutina pertenecerá al cálculo de la **tangente horizontal**, la cual inicia con la solicitud de datos. En la figura 3 se muestra del algoritmo base que permite la revisión de la tangente entre dos curvas.

Figura 3 Algoritmo para evaluar Tangentes horizontales



La comparativa de la tangente horizontal se fundamenta desde la norma SCT, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 7 Distancias de distancias.	
Conceptos	SCT
Distancia de reacción	$dr = \frac{2.5 V_p}{3.6}$
Distancia de frenado	$df = V_p^2 / 88$
Distancia de frenado con pendiente.	$df = \frac{V_p^2}{254(f + p)}$
Distancia de visibilidad de parada	$DVP = dr + df$
Distancia de rebase	$Dr = 7.5V_p$

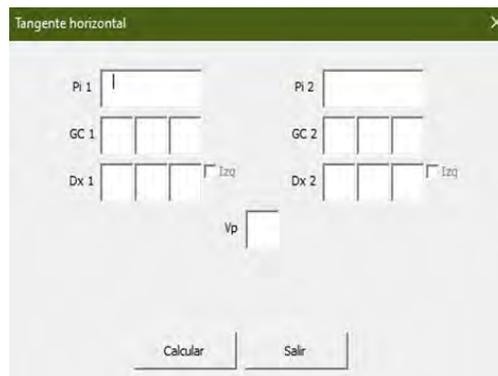
La rutina compara los resultados con la tabla 2, esta muestra las distancias mínimas según la velocidad de proyecto.

Tabla 2 Distancias de visibilidad (SCT, 2018)									
Velocidad de proyecto (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Distancia de reacción (m)	20.83	27.78	34.75	41.67	48.61	55.56	62.5	69.44	76.39
Distancia de frenado (m)	10.24	18.21	30.36	46.05	65.39	88.48	115.39	146.16	182.85
Distancia de visibilidad de parada (m)	31	46	63	83	104	128	155	183	214

Para la ejecución del proceso de cálculo se debe contar con la siguiente información: punto de inicio de ambas curvas, grados de curvatura de cada curva, deflexión (grados, minutos, segundos y dirección) y la velocidad del proyecto. En cuanto a la deflexión el programa da por hecho que son la dirección es a la derecha(en ambos PI), en caso de que alguna o las dos sean a la izquierda deberá seleccionarse la casilla ubicada a un costado de la deflexión.

Lo anterior, se hizo con el objetivo de poder brindarle al usuario una imagen adecuada a los datos proporcionados y brindados para una mejor comprensión. La figura tres muestra la ventana de ingreso de datos requeridos.

Figura 4. Ventana de captura de datos para Tangente Hz.



El resultado de la revisión se presenta en una hoja de Excel®. En la figura 4 se puede observar los segmentos del resultado que son: Datos base y las distancias de Reacción, distancia de Frenado, distancia de parada y distancia de Rebase. En el recuadro final, indica si se cumplen la tangente según especificaciones SCT.

Figura 4. Resultados de la revisión de Tangente Hz.

DATOS		Vp	50	Km/hr
Pi 1	1+000	Drx	34.72	m
Gc 1	5° 0' 0"	Df	28.41	m
Dx 1	60° 0' 0"	DVP	63.13	m
		Dr	375	m
Pi 2	1+350	Tangente Horizontal		
Gc 2	6° 0' 0"		83.94	m
Dx 2	70° 0' 0"			

Las dos curvas cumplen satisfactoriamente las especificaciones de la SCT

La tercer rutina pertenecerá al cálculo de la **CCS**, la cual inicia con la solicitud de datos (figura 5). Para el caso específico de esta rutina, se considera la aplicación de un ciclo, lo anterior, debido a la repetición de cálculos en los cadenamientos que contempla la curva en función a la longitud de esta.

Figura 5. Ventana de datos base para cálculo de CCS.

Curva simple

Punto de inicio: 15020

Punto y: 1000

Punto x: 1000

Grado de curvatura: 11 0 0

Deflexión: 30 20 0

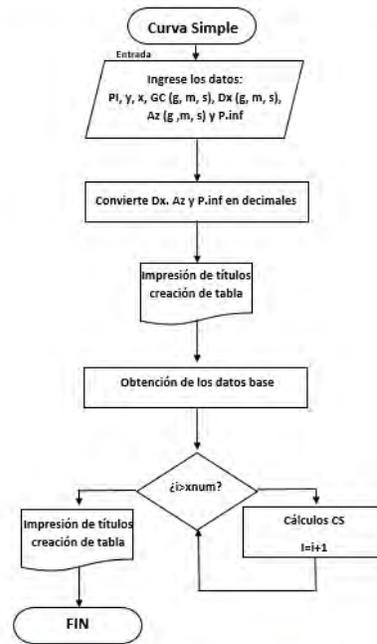
Azimut: 60 30 10

Punto de inflexión: 15320

PROCESO SALIR

Los cálculos se fundamentan una serie de formulas que permiten calcular las partes descritas anteriormente de una Curva circular simple. A continuación se muestra el algoritmo que respalda el proceso.

Figura 17 Algoritmo base para cálculo de CCS



El resultado del diseño de la CCS se presenta en una hoja de Excel®. En la figura 6 se puede observar los segmentos del resultado que son:

Figura 6 Datos calculados por CCS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
22									
23			PV	Distancia	Ángulo visual	Ángulo acumulado	Cuerda	Azimut	Angulo para transversales
24		PC	15291.76	-	-	-	-	60.50278	-
25			15300	8.24	2.265885	2.265885	8.237774	62.76866	87.734115
26			15320	20	5.5	7.765885	28.15435	68.26866	82.234115
27			15340	20	5.5	13.265885	47.8117	73.76866	76.734115
28		PT	15346.912	6.91	1.9	15.166667	54.51192	75.66944	74.833333
29									
30									

La figura 6, muestra la distancia entre cadenamamiento, que es a cada 20 metros, pero con los ajustes de distancia de ingreso y salida de la curva, así como, los ángulos de deflexión acumulada, las cuerdas, azimut de los tramos y el ángulo transversal para las secciones. Además, calcula las coordenadas de los cadenamamientos sobre la curva para su trazo, tal y como se ve en la figura 7.

Figura 7 Coordenadas de los cadenamientos

Coordenada x	Coordenada y
1236.535	1133.8092
1243.8598	1137.5787
1262.6885	1144.2335
1282.441	1147.1733
1289.3508	1147.3017

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Caso de Curvas simple

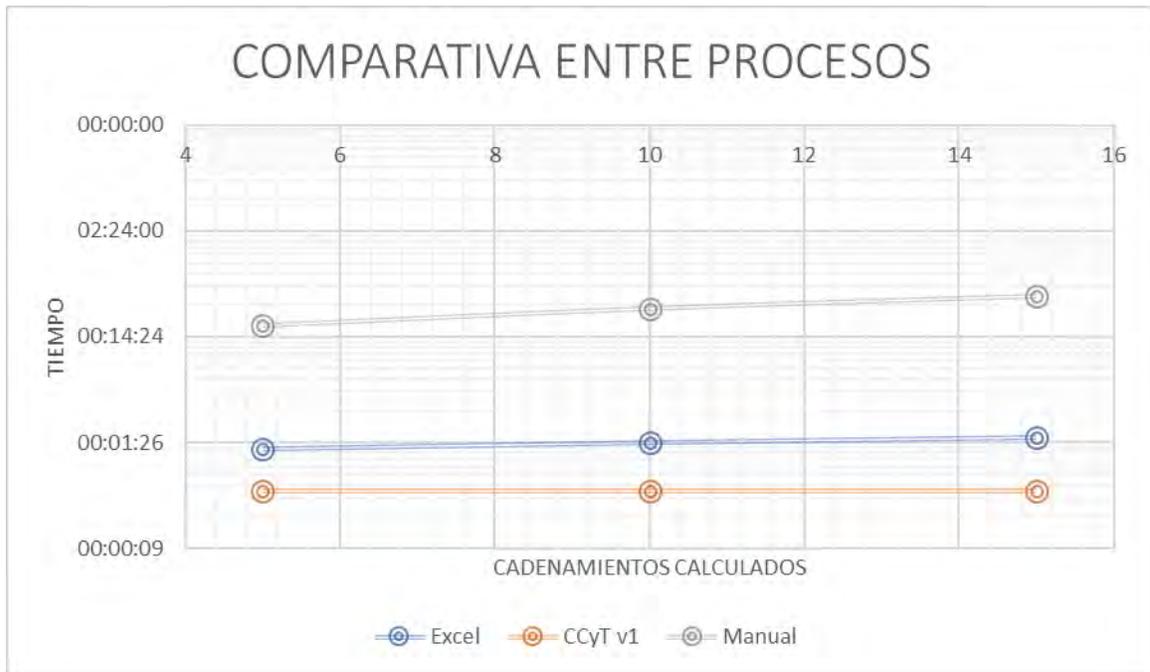
Se compararon los resultados de nueve curvas simples de forma manual y con la aplicación diseñada. A continuación, se presenta el comportamiento entre el diseño a mano, en hoja de Excel® y los resultados de la aplicación.

En la figura 8, se puede observar la gráfica donde se muestra la comparativa entre tres tiempos de diseño de curvas.

El programa CCyT no se ve afectado por el número de cadenamientos que presenten el cálculo de cada curva. El proceso al utilizar una hoja de cálculo, presenta un aumento en el tiempo básicamente nulo mientras que el proceso manual de casi diecisiete minutos.

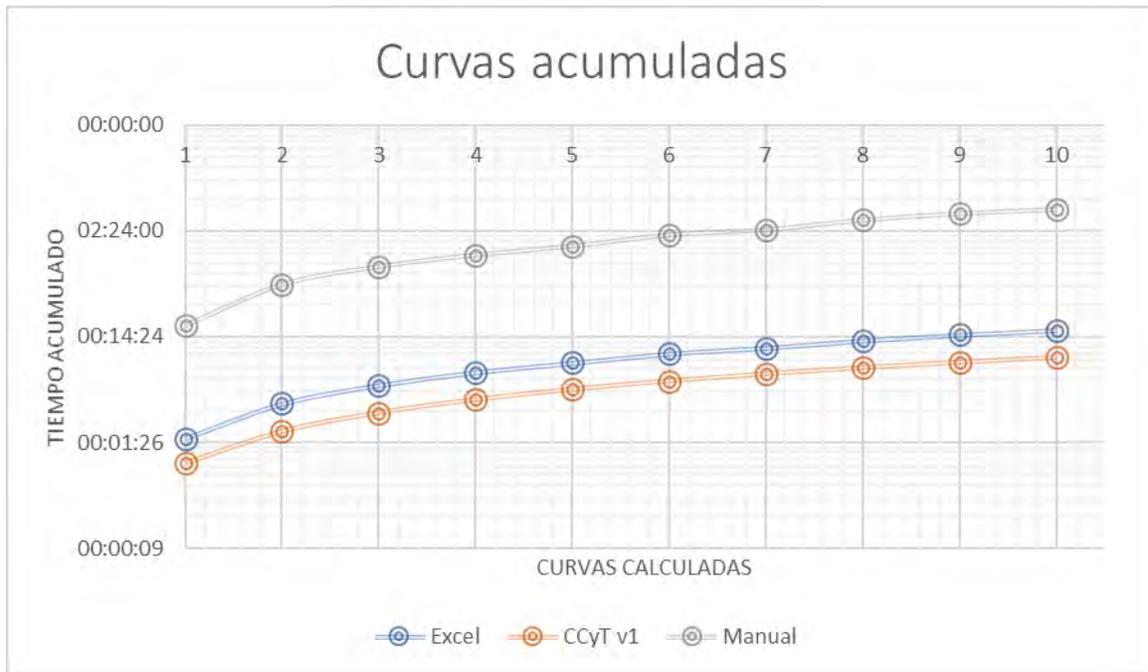
En la tabla “Curvas acumuladas” se muestra el tiempo acumulado que conlleva la realización de diez curvas diferentes, es por ello que se ven similares, la diferencia se muestra en el tiempo, mientras que el CCyT realiza el cálculo y se genera un nuevo archivo en casi un minuto por curva teniendo un tiempo total de nueve minutos con diez segundos, la hoja semiautomatizada pudiera tardar casi dos minutos en el cálculo, copiar y pegar los datos obtenidos en otra hoja o en otras celdas por otra parte el proceso manual, esto es el doble del tiempo por proceso comparado contra el CCyT, haciendo un tiempo total de casi diecisiete minutos. Por otra parte, el proceso manual con sus casi veinte minutos por proceso nos da un tiempo total de tres horas con cuarenta y ocho minutos, esto quiere decir que, en el tiempo de cálculo manual, el programa desarrollado podría realizar doscientas veintiocho curvas diferentes.

Figura 8 Comparativa entre tiempo vs procesos.



En la tabla “Curvas acumuladas” se muestra el tiempo acumulado que conlleva la realización de diez curvas diferentes, es por ello que se ven similares, la diferencia se muestra en el tiempo, mientras que el CCyT realiza el cálculo y se genera un nuevo archivo en casi un minuto por curva teniendo un tiempo total de nueve minutos con diez segundos, la hoja semiautomatizada pudiera tardar casi dos minutos en el cálculo, copiar y pegar los datos obtenidos en otra hoja o en otras celdas por otra parte el proceso manual, esto es el doble del tiempo por proceso comparado contra el CCyT, haciendo un tiempo total de casi diecisiete minutos. Por otra parte, el proceso manual con sus casi veinte minutos por proceso nos da un tiempo total de tres horas con cuarenta y ocho minutos, esto quiere decir que, en el tiempo de cálculo manual, el programa desarrollado podría realizar doscientos veintiocho curvas diferentes.

Figura 18 Comparativa entre tiempo vs numero de curvas calculadas



**Caso Tangente horizontales.**

El cálculo de las tangentes realizado de forma manual sigue teniendo una variación significativa con respecto al CCyT. La diferencia que se presenta es de cinco a uno que significa que podemos revisar cinco casos con el CCyT y manualmente solo se podría hacer uno.

Otra ventaja del proceso realizado con la CCyT es que este permite interpretar como iteraciones cada vez que hacemos una revisión lo que permite ajustar al proyecto según lo requerido por la normativa.

Lo anterior, permite interpretar que el proceso realizado manualmente tiene la dificultad de que cada cálculo parte de cero con la desventaja del tiempo.

**CONCLUSIONES**

Las rutinas creadas en Excel macros para el cálculo de curvas simples, así como las tangentes, agilizan los procesos permitiendo comprobar los datos, siendo esto de impacto para el diseño y la revisión de los proyectos.

Una ventaja de la rutina se observa en el tiempo de diseño de la curva simple ya que el proceso de cálculo de CCyT, representa el 53% del total del tiempo utilizado

para el diseño en hoja de cálculo (semiautomatizada) y un 4% del tiempo total para el proceso manual.

Para el caso de la tangente horizontal la ventaja de la rutina con respecto al tiempo de revisión el proceso de cálculo de CCyT, representa el 20% del total del tiempo utilizado para el proceso manual.

Otra ventaja que se presenta en el uso de CCyT es que este ya tiene un formato establecido y listo para su impresión, caso contrario al proceso manual para el cual aún será necesario considerar el tiempo de digitalización más el tiempo necesario para asignar un formato de estilo.

CCyT también permite la revisión de curvas diseñadas anteriormente, con la intención de verificar datos. Es importante destacar que la actualización y mejora de cada rutina estará en función de su aplicación.

Las rutinas de la macro fueron desarrolladas con fines didácticos, estas presentan un lenguaje intuitivo que permite al usuario su fácil aplicación.

Es importante destacar que, durante la realización del trabajo, quedo claro que existe la posibilidad de implementar más rutinas (en un futuro) que complementen el proyecto geométrico.

La generación de macros o aplicaciones permite a los ingenieros civiles crear herramientas informáticas que se adapte a las necesidades de cada usuario o proyecto en el que participen. Esto se aplica en todas las áreas de la ingeniería.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agudelo O, J. J. (2002). Diseño Geométrico de vías. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Vías y Transporte. OSPINA, J. J. A. (2002). Diseño Geométrico de vías. Trabajo de grado para optar al títuloMedellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Cárdenas G, J. (2013). Diseño geometrico de carreteras. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Castelán S, E. (03 de 03 de 2000). Manual de carreteras. Recuperado el 11 de 08 de 2019, de <http://www.markmonitor.com>
- Fernández, C. D. (3 de 3 de 2000). Diseño y cálculo de curvas horizontales. Recuperado el 27 de 9 de 2019, de <https://trazado2trelew.files.wordpress.com/2016/04/disec3b1o-y-cc3a1lculo-de-curvas-horizontales1.pdf>
- IMT. (02 de 01 de 2007). N-PRY-CAR-1-01-001-07. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de <http://normas.imt.mx/normativa/N-PRY-CAR-1-01-001-07.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. (1998). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogota: Ministerio de Transporte.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogota D.C: Subdireccion de Apoyo Técnico, Ministerio de Transporte.
- Knuth, D. E. (2002). Algoritmos fundamentales. Barcelona: Reverté, S.A.
- Mora, M. S., & Espinoza, M. S. (2005). Programación Visual Basic (VBA) para Excel y análisis numérico. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Pérez G, F. U. (20 de 07 de 2006). La revista informática. Lenguaje de programación. Santa Cruz, Tenerife, España. Recuperado el 12 de 09 de 2019, de <http://ionos.com>,<http://www.ionos.com>
- Quetglás, G. M., & Martínez G, F. A. (2003). Introducción a la programación estructurada en C++. Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Rojas, Q. A. (2010). Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera: Chongoyape-Cochabamba-Cajamarca, Tramo: Cochabamba-Chota. Lima: HOB Consultores S.A.
- SCT. (2018). Manual de Proyecto Geométrico. México: Dirección general de servicios técnicos.
- Sedgewick, R. (1995). Algoritmos en C++. Wilmington, Delaware, U.S.A: Adisson-Wesley Iberoamericana, S.A.
- Tomás B. R., F. P. (2004). La estabilidad del vehículo en las curvas: Aspectos geométricos y su influencia en el coeficiente de seguridad..

---

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CABINA PARA SIMULAR INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON DISPOSITIVOS IOT.

EDWIN FIGUEROA RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, CARLOS ANTONIO VÁSQUEZ SOSA<sup>2</sup>, CAROLINA MONTALVO ESPINOZA<sup>3</sup>

## RESUMEN

El proyecto pretende realizar el diseño de una cabina o simulador de instalaciones eléctricas residenciales con dispositivos de control IoT (internet of things). De igual manera elaborar un Bosquejo del simulador, planos, diagramas de conexiones eléctricas, determinación y descripción de los componentes más adecuados para la implementación del proyecto, Como la gran mayoría de los avances tecnológicos el objetivo que pretende alcanzar esta tecnología es hacer más cómodas nuestras vidas así como proporcionar una mayor seguridad en diversos ámbitos, una de las razones por las cuales se propuso realizar este proyecto fue para tener un acceso más rápido y fácil a todos los dispositivos como lo son los apagadores, contactos, cámaras de seguridad, es importante mencionar que todos los dispositivos se pretenden controlar con algún Smartphone, otra de las razones principales por las que se decidió encaminar este proyecto es por seguridad de técnicos y usuarios de instalaciones eléctricas residenciales. El enfoque multidisciplinario que tiene esta propuesta permite que los técnicos eléctricos y los ingenieros de sistemas proporcionen alternativas eficientes para minimizar los riesgos que muchas veces por falta de capacitación (instalaciones mal hechas) se realizan en los hogares, empresas y pueden ocasionar riesgos mayores. Cabe mencionar que con el apoyo de los de diversas aplicaciones de software se realizara el control, los planos de plata y diagramas finales que se hayan obtenido. Además, el simulador con las instalaciones eléctricas básicas controladas con los dispositivos de control wifi.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto  
c.montalvo@itscarrillopuerto.edu.mx

Palabras clave: simulador de prácticas, dispositivos, instalaciones eléctricas, wifi, IoT

**ABSTRACT.**

The project aims to design a cabin or simulator of residential electrical installations with WiFi control devices. In the same way, prepare a sketch of the simulator or cabin, drawings, diagrams of electrical connections, determination and description of the most appropriate components for the implementation of the project, as the vast majority of technological advances the objective that this technology aims to achieve is to do more comfortable our lives as well as providing greater security in various areas, one of the reasons why we thought about carrying out this project was to have faster and easier access to all devices such as dampers, contacts, security cameras , It is important to mention that all devices are intended to be controlled with a Smartphone, Another of the main reasons why it was decided to route this project is for the safety of technicians and users of residential electrical installations. Industrial safety is a multidisciplinary area that is responsible for minimizing the risks that are often greater due to lack of training (poorly made facilities). It is worth mentioning that with the help of various software the final plans and diagrams that have been obtained will be made having a graphic reference of what has been done for a better understanding.

**INTRODUCCIÓN.**

El proyecto que se presenta se relaciona directamente con la integración de tecnologías que desde hace mucho existe en nuestra vida cotidiana, en nuestros hogares, la energía eléctrica es fundamental para las sociedades modernas y la visión en general del tiempo que pasamos en nuestros hogares es hacer más cómodas nuestras vidas así como proporcionar una mayor seguridad en diversos ámbitos.

El internet es otra tecnología muy importante porque nos facilita información de todo tipo, es como una biblioteca en la que podemos encontrar cualquier información que necesitemos en el momento que se requiera. De igual manera se ha vuelto en

nuestros días, uno de los elementos fundamentales de la comunicación y convivencia cotidiana, haciendo acto de presencia en nuestro entorno a casi todo momento, esto es debido al amplio rango de utilidad que le hemos otorgado a este recurso. En una de sus más recientes vertientes se está utilizando más es el que se define como el Internet de las Cosas, el famoso Internet of Things , por sus siglas en inglés que en la actualidad está cada vez más presente y se consolida hacia el futuro. De ahí surgió la idea de poder encender, apagar, controlar o tener el control de nuestros dispositivos como contactos, apagadores, desde un Smartphone y desde la comodidad de nuestro sofá o cualquier lugar cercano donde nos encontramos.

Por lo anteriormente expuesto, como una razón principal por las que se decidió iniciar este proyecto de investigación es que la innovación, la creación de nuevos componentes (hardware) por diferentes fabricantes, de la mano de aplicaciones (software) diversas en diferentes lenguajes de programación ha dado una diversidad de opciones para automatizar a precios muy distintos. Incluso los dispositivos más sofisticados con los componentes embebidos, aunque coinciden en la “filosofía” para su configuración eventualmente no comparten las “aplicaciones” y a veces inclusive los protocolos para su configuración; y su “practicidad” se aleja aún más de las opciones que ofrecen las tarjetas para el desarrollo de estas aplicaciones, que son de mucho menor costo. Ya que estos requieren programación, al menos una más compleja configuración. Un conocimiento preciso del cálculo y necesidades que debe satisfacer la instalación eléctrica a la que se van integrando estos dispositivos.

al igual hacer más accesible el control de los dispositivos con los que se cuente en el área donde sea aplicada esta tecnología, uno de los objetivos es realizar el diseño y planos del simulador de instalaciones eléctricas con elementos didácticos, donde se presentaran los planos eléctricos que será utilizados, el diseño de planta, entre otras cosas.

Capacitar o lograr las competencias de técnicos y usuarios convenientes en cada caso, no sólo tiene un impacto económico y el correcto funcionamiento de los sistemas instalados, también atraer más la atención y la inversión hacia estas

soluciones tecnológicas. Mejorar el diseño de las instalaciones a partir de las necesidades y posibilidades económicas de los usuarios finales; mejorar los métodos de trabajo, la seguridad de técnicos y usuarios de instalaciones eléctricas residenciales. La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos que muchas veces por falta de capacitación (instalaciones mal hechas) son mayores.

El prototipo de módulo didáctico para la capacitación en cuanto a la automatización de los procesos de la producción y la efectivizarían de los modelos de administración y control de las maquinarias que se tienen en una casa-habitación desde modesta a lujosa, varía en cantidad de energía y espacio a controlar, pero al mismo tiempo se integra en aspectos comunes en cuanto a las necesidades que satisfacen. Los ahorros podrán no ser millonarios, pero efectivizar gracias a los dispositivos controlados por wifi, permite mejoras financieras y ambientales.

Una de las funciones o aspectos entre las actividades de este proyecto podemos encontrar el “Determinar número y tipo de contactos, lámparas, apagadores, modem, cables, focos, mufas, interruptor termo magnético, y elementos que serán utilizados en el proyecto, y de igual manera se determinara el lugar más adecuado para su ubicación haciendo así más eficiente y cómodas las conexiones.” Ya que se deben tener en cuenta todos los equipos que serán utilizados para realizar los cálculos pertinentes en lo que refiere al número de cables, tubería entre otras cosas que son indispensables para un funcionamiento adecuado del simulador. Cabe destacar que para la elaboración de los bosquejos pertinentes a esta actividad se utilizaran algún software tales como AutoCAD, Inventor, u otras relacionadas. Con la finalidad de hacer los bosquejos más eficientes y se pueda entender con facilidad la “nueva complejidad” que incorporan las tecnologías domóticas.

#### **ANTECEDENTES.**

Las instalaciones eléctricas tradicionales mayormente resolvían el problema de iluminación. Posteriormente circuitos de fuerzas para cargas de electrodomésticos y línea blanca.

Por su parte el Internet evoluciona más rápido como una tecnología de información y comunicación, aunque se prevé su alcance en cuanto a automatización y robótica en un giro más rápido de lo previsto, está ya la integración de estas “cuestiones” tecnológicas los sistemas eléctricos y los sistemas demóticos.

El Internet de las Cosas, el famoso Internet of Things o IoT, está de moda. Conectar cualquier objeto a Internet y con ello crear infinidad de nuevas aplicaciones ha levantado grandes expectativas. Y aunque parece que es un concepto que nos ha acompañado desde hace muchísimo tiempo dada su omnipresencia en cualquier artículo o discusión tecnológica de hoy en día, la realidad es que es bastante reciente. Fue en 2009 cuando Kevin Ashton, profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en aquel entonces, usó la expresión Internet of Things (IoT) de forma pública por primera vez, y desde entonces el crecimiento y la expectación alrededor del término ha ido en aumento de forma exponencial. Fue en el RFID (radio frequency identification, identificación por radiofrecuencia) Journal cuando Ashton acuñó públicamente el término. Aunque él mismo ha comentado que la expresión era de uso corriente en círculos internos de investigación desde 1999, si bien no se hizo público de forma notoria hasta entonces. Porque el origen de los objetos conectados no es algo de hace pocas décadas, en realidad se remonta hasta los albores tecnológicos del siglo XIX, en lo que se consideran los primeros experimentos de telemetría de la historia. El primero del que se tiene constancia fue el llevado a cabo en 1874 por científicos franceses. Estos instalaron dispositivos de información meteorológica y de profundidad de nieve en la cima del Mont Blanc. A través de un enlace de radio de onda corta, los datos eran transmitidos a París. Otros experimentos, ya en el siglo XX, se realizaron desde iniciativas originadas en países como Rusia o Estados Unidos, ayudando al crecimiento de la telemetría y llevándola a un uso extensivo impulsado por la evolución de distintas tecnologías de telecomunicación. (Cendon, 2017). Debido a que no hay información clara de una instalación eléctrica residencial utilizando las tecnologías IoT, se pensó en el proyecto de simulación para observar los beneficios de estas nuevas tecnologías y comprobar resultados.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cada nueva tecnología que se integra a las sociedades humanas, a su forma de hacer las cosas y de vivir requiere mayor estudio y conocimientos, así como profesionales mejor calificados. Si bien electricistas capacitados para instalaciones eléctricas residenciales se pueden encontrar con relativa facilidad, en los casos donde las casas-habitación requieren un mayor número de circuitos, componentes arquitectónicos más “complejos” de instalar, los técnicos calificados empiezan a escasear y las nuevas tecnologías para IOT y domótica demandan más competencias profesionales. Un problema de extensión y de fondo que debe resolverse con las herramientas más convenientes y que integren al menos los mínimos tópicos a estudiar y dominar por parte de los técnicos requeridos.

Por otro lado, en las instituciones educativas y de capacitación para el trabajo cada año durante el periodo semestral en las principales asignaturas como: electrónica y electricidad industrial, sistemas de manufactura en la carrera de ingeniería industrial, se necesitan realizar prácticas de instalaciones eléctricas residenciales, esto para reforzar el aprendizaje que el docente proporciona para un mejor aprovechamiento, del cual se ha realizado en maquetas individuales volviéndose un problema en la realización por el cableado que presenta un riesgo de accidente al no contar con sistema de conexión a tierra y al utilizar tecnología obsoleta no reditúa al aprendizaje de lo esperado.

Ante esta problemática, realizar un simulador de instalaciones eléctricas residencias para efectuar prácticas con tecnología del internet de las cosas, donde se utilizará tarjetas controladoras ESP 32 así como contactos y apagadores touch, controlados por Wifi, parece ser la solución al generar beneficios y seguridad, así como también entrar a la tecnología del milenio a la comunidad estudiantil.

**JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad las bases de electricidad que se imparten en los cursos de formación profesional, en cualquier nivel, únicamente contemplan aspectos básicos como son las necesidades y configuración de las instalaciones eléctricas residenciales con componentes tradicionales.

Es importante que los egresados en sus respectivos “niveles” profesionales tengan ya la cualificación para implementar, incorporar y lograr la puesta en servicio de sistemas integrales.

Considerando que es uno de los aspectos prácticos y de una elevada posibilidad de aplicación profesional inmediata al egresar, se ha pensado en el diseño de un elemento de capacitación y análisis sencillo y efectivo para el aprendizaje de estos tópicos. Otra de las razones principales por las que se decidió encaminar este proyecto es por la seguridad de técnicos y usuarios de instalaciones eléctricas residenciales. La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos que muchas veces por falta de capacitación (instalaciones mal hechas) son mayores. Así mismo como todos sabemos en muchas casas para reducir los gastos de energía y mejorar la seguridad se empiezan a instalar dispositivos IOT orientados a la domótica, esto es, el internet de las cosas, a lo que podemos definir el Internet de las cosas como la consolidación a través de la red de redes de una "red" que alojase una gran multitud de objetos o dispositivos, es decir, poder tener conectada a esta todas las cosas de este mundo como podrían ser vehículos, electrodomésticos, dispositivos mecánicos, o simplemente objetos tales como calzado, muebles, maletas, dispositivos de medición o cualquier objeto que nos podamos imaginar. Como la gran mayoría de los avances tecnológicos el objetivo que pretende alcanzar esta tecnología es hacer más cómodas nuestras vidas así como proporcionar una mayor seguridad en diversos ámbitos, el simulador que se proyectará permitirá prácticas para realizar instalaciones residenciales considerando la instalación de este tipo de dispositivos.

**OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar un simulador de instalaciones eléctricas residenciales con dispositivos de control WiFi.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Realizar el diseño y planos del simulador de instalaciones eléctricas con elementos didácticos
2. Integrar en un manual todas las características técnicas, procedimientos de configuración y archivos de programa que requieran los dispositivos WiFi seleccionados e instalados.
3. Elaboración de dos prácticas demostrativas con el simulador de instalaciones eléctricas residenciales.

**MARCO TEÓRICO.****Diseño**

(EcuRed, 2019) Según ecured diseño es un proceso o labor destinada a proyectar, coordinar, seleccionar y organizar un conjunto de elementos para producir y crear objetos visuales destinados a comunicar mensajes específicos a grupos determinados.

**Cabina**

(que-significa.com, 2019) Para que significa, cabina es un cuarto pequeño, generalmente aislado, para usos muy diversos.

**Residencia.**

(Gardey, 2014) Según Gardey, residencia es un término que procede del latín *residens* y que hace mención a la acción y efecto de residir, Puede tratarse del lugar o domicilio en el que se reside.

**(IOT)**

(Rouse, techtarget, 2017) La internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora.

**Construcción**

(Filip, 2018) Es una palabra originaria del latín con componentes léxicos como el prefijo «con» que quiere decir completamente o globalmente; y «estruere» que

significa juntar o amontar, más el sufijo «cion» que es acción y efecto. Por lo tanto la palabra construcción hace alusión a la acción y el efecto de construir o el arte de construir. O sea se refiere a diversas estructuras creada por el hombre mayormente de gran tamaño, como un edificio, una casa entre otros, utilizando diversos materiales u elementos como los cimientos, la estructura, los muros exteriores las separaciones interiores etc., que ayudan a facilitar dicha creación.

#### Simulación

(R.E.Shannon, 2019) "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

#### Procedimiento

Este Proyecto de investigación que consta de 4 etapas para su realización donde se pondrá en práctica el aprendizaje obtenido a lo largo de la carrera así mismo se llevaran a cabo investigaciones, levantamiento de planta y cálculo de cargas para un trabajo eficiente. De igual manera se realizara diseño asistido por computadora. Primera etapa. (Investigación, diseño, y realización de planos asistidos por computadora.

Se investigó en la red sobre un software factible para el diseño de una cabina en la cual se determinó que AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D, además, Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D ambos producidos por la empresa de software autodesk y son aptos para la realización de una cabina para la simulación de instalaciones residenciales eléctricas.

Una vez realizada la cabina por software, se realizó un levantamiento de planta en el software Inventor; se ubicó estructuralmente cada dispositivo, considerando el lugar óptimo con referencia a la Nom-001-SEDE-2012. En el AutoCAD se diseñó un diagrama eléctrico para hacer el cálculo de cargas eléctricas.

Se construyó la cabina en relación al diseño creado, utilizando para ello todos los elementos necesario (triplay, cimbraplay, varillas, tubo pvc conduit, registros, chalupas, abrazaderas y elementos de IoT.

Segunda etapa. Investigación, Procedimientos de configuración de elementos IOT  
Se investigó las características de los elementos IOT de la marca sonoff, Steren controlados por Wi-Fi, por ejemplo: Apagadores, contactos, cámara y módulo ESP32). Este procedimiento está planeado para la realización a corto plazo con el fin de desarrollar prácticas con elementos IoT controlados por una aplicación móvil en la cual se pueda observar el apagado y encendido de luminarias en la cabina de simulación mediante la implementación de tecnologías antes mencionadas.

Tercera etapa. Practica demostrativa

Teniendo el proyecto funcional donde tiene sentido el control del flujo de información entre dispositivos según las necesidades de nuestra cabina de simulación de instalaciones eléctricas, utilizaremos protocolos para la demostración y utilización de los dispositivos (IoT) como práctica. Las startups en este enfoque desarrollan tecnología que permite un uso más eficiente de la electricidad.

## **RESULTADOS.**

Como se estuvo detallando a lo largo del proyecto, el internet de las cosas es una tecnología que se ha estado implementando en los últimos años y por ello surgió la idea de realizar una cabina de pruebas para implementar dichas tecnologías y combinarlas con una pequeña instalación eléctrica haciéndola un apoyo didáctico mejor diseñado y de mayor funcionalidad, se pudo llevar a cabo la experimentación del funcionamiento correcto de dichas tecnologías en conjunto controlando, algunos elementos: focos, contactos de la cabina de pruebas, que por medio de un dispositivo móvil se llevaría a cabo el control total y absoluto de los componentes que están conectados a una red wifi y configurados debidamente para su perfecto funcionamiento, en el simulador de pruebas de las instalaciones eléctricas las pruebas de todos los elementos conectados y configurados han funcionado correctamente, el funcionamiento de los componentes ha sido exitoso y por lo ello se ha cumplido con los objetivos del proyecto.

**CONCLUSIÓN.**

A lo largo de este documento, se ha presentado una propuesta relacionada con el ámbito de la automatización de elementos de uso cotidiano en las casa o residencias.

Para la implementación de los conceptos y puntos expuestos, se han utilizado tecnologías que se utilizan hoy en día en ámbito de la ingeniería informática, industrial, entre otras.

En la actualidad, la tecnología cada vez está abarcando más espacios a los que hace unos años atrás no tenía acceso, he ahí la implementación del internet de las cosas en una residencia que sea capaz de controlar dispositivos como apagadores, contactos, y otros electrodomésticos o artefactos mediante una red WiFi cada vez es más factible y más fácil, generando así una nueva generación de tecnología aplicadas a los hogares al igual que se busca generar personas capacitadas para la aplicación de estas.

La durabilidad y el ahorro de recursos es la principal ventaja que ofrece esta tecnología con respecto a la forma convencional, haciendo que sea más factible y fácil controlar dispositivos desde un teléfono móvil.

La cabina desarrollada, permite simular un entorno con un conjunto de dispositivos que han sido definidos siguiendo una serie de especificaciones. Y adaptándolo a la vida real o aplicaciones que podrían presentarse.

Durante el desarrollo de este trabajo, se han combinado una serie de tecnologías y conocimientos que correctamente integrados han permitido alcanzar los objetivos marcados. Por ende, se concluye que fomentar de este tipo de investigaciones científicas y proyectos de esta talla, son importantes para poder automatizar hasta los procesos más sencillos y hacer la vida un poco más fácil.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguilera Mora, J. A. (Abril de 2010). Oportunidad de ahorro energético en sistema para la climatización de unidades quirúrgicas. *Ciencias Holguín*, XVI(2), 1-9. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517926008>
- Casas Digitales . (11 de Junio de 2017). Definición de vivienda domótica. Obtenido de Casas Digitales: <https://www.casasdigitales.com/definicion-de-vivienda-domotica/>
- Cendon, B. (16 de ENERO de 2017). origen del IoT. Obtenido de origen del IoT: <http://www.bcendon.com/el-origen-del-iot/>
- Erice Oronoz, S. (Abril de 2010). EL AHORRO DE ENERGIA EN OFICINAS GRACIAS A UNA BUENA ILLUMINACION. *DYNA*, 85(3), 203-208. doi:10.6036/3017
- Fernández-Morales, F. H. (2015). Automatismo para el monitoreo y control de un grupo electrogeno con arranque eléctrico. *Entramado*, 261-271.
- Gardey, J. P. (19 de 09 de 2014). definicion.de. Obtenido de definicion.de: <https://definicion.de/residencia/>
- Hetpro. (12 de Noviembre de 2017). Microcontrolador – qué es y para que sirve. Obtenido de Hetpro Store: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>
- Pérez Porto , J., & Gardey , A. (2012). Energía Eléctrica. Obtenido de Definición de: <https://definicion.de/energia-electrica/>
- Pitti, R., Aguilar, C., Pérez, E., & Serrano, V. (2018). Control de consumo eléctrico residencial automatizado. *RIC*, 16.
- Planelles , M., & Delgado, C. (2 de Mayo de 2018). El 13% de la población mundial aún no tiene acceso a la electricidad. Obtenido de El País: [https://elpais.com/economia/2018/05/02/actualidad/1525257286\\_099135.html](https://elpais.com/economia/2018/05/02/actualidad/1525257286_099135.html) que-significa.com. (19 de 09 de 2019). que-significa.com. Obtenido de que-significa.com: <https://que-significa.com/significado.php?termino=cabina>
- Raffino, M. E. (20 de Noviembre de 2018). Concepto.de. Obtenido de <https://concepto.de/microprocesador/>
- Rouse, M. (Enero de 2017). TechTarget. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>
- Serrano-Tierz, A., Martínez-Iturbe, A., Guarddon-Muñoz, O., & Santolaya-Sáenz, J. L. (2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *DYNA*, 82(191), 231-239. doi:10.15446/dyna.v82n191.45442

Ucha, F. (Junio de 2011). Definición ABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/ahorro-energetico.php>

Villajulca, J. C. (03 de Abril de 2019). Empezando: Control y Automatización. Obtenido de Instrumentación y control: <https://instrumentacionycontrol.net/empezando-control-y-automatizacion/>

**ANEXOS.**

En las imágenes se representa se puede observar la desmantelacion y ajustes del tablero



En las imágenes se observa la restauración completa del tablero



En las imágenes se muestra la instalación de cableado y componentes



En las imágenes se muestra el simulador con los componentes instalados y configurados



---

# FORMULACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA VEGETAL A PARTIR DE SEMILLAS DE GIRASOL, PIPIÁN Y AMARANTO.

GERARDO VILLALVA FRAGOSO<sup>1</sup>, MARÍA GUADALUPE TRUJILLO ESPINOZA<sup>2</sup> MARÍA DEL ROCÍO ACEVEDO SERRANO<sup>3</sup>.

## RESUMEN

El presente trabajo describe la obtención de una bebida vegetal haciendo uso de semillas de girasol, pipián y amaranto; evaluando sus propiedades fisicoquímicas, así como su viabilidad como sustituto a la leche de vaca (y otros mamíferos). Se desarrolla un método de extracción de la fracción nutrimental de interés, el uso de estabilizantes y un método de conservación adecuado además de la evaluación de las características sensoriales del producto final, así como del mejor de los tratamientos (formulación) a través de herramientas estadísticas de análisis.

## ABSTRACT.

*The present work describes the obtaining of a vegetable drink using sunflower, pipian and amaranth seeds; evaluating its physicochemical properties, as well as its viability as a substitute for cow's milk (and other mammals). A method of extraction of the nutrient fraction of interest was developed, the use of stabilizers and an appropriate preservation method are developed in addition to the evaluation of the sensory characteristics of the final product, as well as the best treatment (formulation) through statistical tools of analysis.*

*Palabras clave: Amaranthus cruentus, Helianthus annuus, Curcubita argyosperma.*

---

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

## INTRODUCCIÓN

Las bebidas vegetales son productos que han sido consumidos a lo largo de toda la historia, aunque parezca algo novedoso. Éstas han aparecido como sustitutos de la leche de vaca debido a que tienen alto porcentaje de agua, y contienen extractos de legumbres, aceite, semillas, cereales por lo cual se asemeja a la apariencia de la leche de vaca (Guallasamín *Et Al*; 2018). Al principio fueron desarrolladas como productos alternativos para personas alérgicas a la proteína animal o intolerantes a la lactosa (Guallasamín *Et Al*; 2018). No son las únicas razones, ya que existe una tendencia global hacia un estilo de vida más saludable, provocando que más consumidores agreguen estos productos a la ingesta diaria por su naturaleza nutritiva, bajo contenido calórico, fácil digestión, entre otros beneficios (Soteras, 2011). Dadas las características esperadas, la industria ha empezado a buscar materia prima (vegetales, granos, etc.) con los mejores potenciales de industrialización y bajos costos de producción.

La semilla de amaranto (*Amaranthus cruentus*) posee diversas propiedades nutricionales, agrícolas e industriales, por lo cual es considerado el mejor alimento de consumo de origen vegetal, designación otorgada por la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU. en 1979 (Manrique de Lara, 2006). El amaranto tiene mayor contenido de lisina, fósforo, calcio y hierro, que otros cereales comunes como el arroz, trigo y maíz (Bressani, 2006). Su alta concentración de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitaminas E y del complejo B, hacen de este grano un producto de interés en la elaboración de nuevos alimentos (Mujica Sánchez et al, 1997).

Otra alternativa es la semilla de girasol (*Helianthus annuus*), ya sean enteras o descascaradas, son ricas en componentes lipídicos (mayoritariamente triglicéridos neutros, fosfolípidos, glicolípidos y ceras), Estas también poseen hidratos de carbono y proteínas con un alto valor biológico (60%) e índice químico (0,74) y alta digestibilidad (88%) (González-Pérez et al, 2008; Azcona et al 2003)(Rahma et al, 1979; Kabirullah et al., 1983).

Además, las semillas de calabaza (*Curcubita argyrosperma*) son consideradas oleaginosas con propiedades medicinales, alimenticias e industriales (Achu et al., 2005). Las semillas constituyen el producto más importante de la calabaza, debido

a su contenido de aceite (39%) y proteína (44%) (Hernández y León, 1994). Los componentes fenólicos de las semillas oleaginosas, así como en la pulpa y cáscara (epicarpio) representan un potencial para la salud y para la industria (Shahidi, et al., 2006; Wang et al., 2007).

Debido a las propiedades anteriormente mencionadas de las semillas de amaranto, girasol y calabaza se optó por formular una bebida vegetal a base de estos tres componentes.

El objetivo de este trabajo fue estudiar de las propiedades de semillas de girasol (*Helianthus annuus*), semillas de calabaza (*Curcubita argyrosperma*) y amaranto (*Amaranthus cruentus*) con el fin de aprovechar sus propiedades nutrimentales para ser utilizados como ingredientes y desarrollar una bebida vegetal que pueda ser utilizada como una alternativa a la leche, siendo apta para todo público.

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de usos múltiples, el laboratorio de química y la planta piloto del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.

Obtención de la materia prima. Para la elaboración de la bebida, se emplearon semillas de pipián (*Cucurbita argyrosperma*), girasol (*Helianthus annuus*) y amaranto (*Amaranthus cruentus*), recolectadas en el mercado local de Tierra Blanca, Veracruz; México.

Selección y acondicionamiento de la materia prima. El acondicionamiento consistió en separar impurezas, polvo y materia extraña en el grano de amaranto, las semillas de girasol y pipián.

Se retiraron semillas húmedas, en mal estado y condición.

Se seleccionaron las semillas secas, libres de moho y enteras.

Análisis proximales de la materia prima. El análisis proximal incluyó porcentaje de humedad (AOAC 925.10), proteína (AOAC 2001.11), extracto etéreo (AOAC 920.85), cenizas (AOAC 923.03), fibra cruda (ICC#113) y carbohidratos totales (AOAC, 2005; ICC, 1972).

## FORMULACIÓN

Tostado de las semillas. Se realizó el tostado de las semillas de girasol y pipián a una temperatura de 60°C por un tiempo de 6 min para inhibir los taninos presentes en el pericarpio. Se determinó que el efecto del tostado de las semillas favoreció sus características sensoriales de aprobación, eliminando el sabor astringente. (Valles, et al 2017.)

Remojo y molienda. En el este proceso, todas las semillas se pusieron en remojo por 3 horas en dos lavados consecutivos en agua purificada a temperatura ambiente con el fin de hidratar las semillas, facilitando su trituración y la obtención de la fracción requerida de estas. Posteriormente, se homogeneizó con un procesador manual marca Oster a 2600 RPM durante 10 minutos (Soteras, 2011).

Filtrado y pasteurización. Se realizó un filtrado con el fin de separar la fracción líquida de la torta (parte insoluble de la mezcla obtenida) por medio de una malla tipo “manta cielo”. El líquido obtenido se pasteurizó a 63°C por 30 minutos con el fin de inhibir la actividad microbiana. (Valles, 2017 y Arcila, 2005)

Diseño y acondicionamiento. Para la elaboración de la bebida se utilizaron cuatro fórmulas con diferentes porcentajes de concentrado de cada materia prima, para posteriormente ser evaluadas de acuerdo a sus características y aceptación.

Evaluación de aditivos. Con el fin de mejorar la apariencia y textura de la bebida, se le agregaron aditivos, cuyos efectos fueron probados posteriormente (Tabla 1).

Tabla 1. Formulaciones de aditivos empleados en la bebida.

Formula	Estabilizante	Porcentaje	Floculante
1	Goma xantana	0.02% 0.05%	Lecitina de soya Lecitina de soya
2	-Goma gellana	0.02% 0.05%	Lecitina de soya Lecitina de soya

Se agregó azúcar a la formulación final, debido a que mejora y realza los atributos sensoriales de la bebida.

Evaluación sensorial. Para la realización de la evaluación sensorial, se usó una escala hedónica afectiva del 1 al 9, se presentaron las formulaciones a una temperatura ambiente y se utilizó un panel de catadores no entrenados de 60 personas, con la intención de evaluar la aceptabilidad.

Análisis estadístico. Los datos se evaluaron con un diseño en bloques completos al azar y una prueba de Tukey de diferencia de medias, con una significancia ( $\alpha$ ) del 5%.

Pruebas de producto terminado. Las pruebas para caracterizar la bebida se llevaron según de la siguiente manera: porcentaje de humedad (AOAC 925.10), proteína (AOAC 2001.11), extracto etéreo (prueba de Gerber), cenizas (AOAC 923.03), fibra cruda (ICC#113) y carbohidratos totales por diferencia (AOAC, 2005; ICC, 1972) (Guallasamín Et Al; 2018).

## RESULTADOS

La tabla 2 muestra la composición proximal de las almendras de *Helianthus annuus*, *Curcubita argyosperma* y la semilla de *Amaranthus cruentus*. Se observa en el caso de la *curcubita argyosperma* un alto contenido de grasa ( $64.96 \pm 5.12$ ), mientras que en el caso de la *Helianthus annuus*, se encuentra un alto contenido de grasa de ( $49.50\% \pm 0.405$ ), el cual puede ser comparado con lo reportado por (Florencia Tirador, et al, 2017), quienes reportaron resultados de grasa de 50,6% utilizando almendras de la misma especie. Mientras que en el caso de las semillas de *Amaranthus cruentus*, se encontró un bajo contenido de grasas ( $6.42\% \pm 0.071$ ) algo característico de la semilla, que puede ser comparado con el contenido de grasas encontrado en la FAO que es de 6.1 a 8.1. Las diferencias observadas pueden darse debido al lugar de cultivo o incluso factores de cultivo como, fertilización, riego, entre otros.

Tabla 2. Composición proximal de *Amaranthus cruentus*, *Helianthus annuus* y *Curcubita argyosperma*. g/100ml

Semilla	% Humedad	% Cenizas totales	% Extracto etéreo	% Proteínas	% Fibra cruda	% Carbohidratos
Pipián	4.28	5.29	54.96	18.4	7.3	9.8
Girasol	5.23	3.40	49.50	20.12	8.6	13.15
Amaranto	7.93	3.13	6.42	12.89	4.1	78.42

La tabla 3 muestra la composición proximal de la bebida vegetal a base de *Amaranthus cruentus*, *Helianthus annuus* y *Curcubita argyosperma*, donde podemos observar que el contenido de proteína es superior al brindado por las marcas comerciales más reconocidas y en cuanto al contenido de grasa, se observa que es muy superior a todas las marcas comerciales.

Tabla 3. Composición proximal de la bebida vegetal de semillas de girasol, pipián y amaranto comparada con las composiciones de las bebidas comerciales más comunes. g/100ml

Análisis en base g/100g	SeedMilk	SO (Coco)	delicious	ADES (Soya)	Extra (soya)	especial
%Proteína	3.55	02		3	2.7	
%Grasa	10.095	0.2		2	2	
%Ceniza	-					
%Carbohidratos	-	2		3.5	6.2	

Por otro lado, en la tabla número 4 se presenta el resultado del ANOVA para la evaluación sensorial.

Tabla 4. Anova de la evaluación sensorial Hedonica para formulaciones

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Pvalue
Jueces	59	59,9	1.015	1,19	0,189
Formulaciones	3	704,07	234.689	276,14	0
Error	177	150,43	0,85		
Total	239	914,4			

Existe diferencia significativa entre las formulaciones  $p < 0.05$ , el análisis de medias indica que la formulación A es la mejor aceptada con una confianza del 95%.

### **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo se estudió las condiciones de procesamiento y formulación para lograr una bebida en base a semillas de pipián, amaranto y girasol, con características sensoriales aceptables. Para ello se determinaron las condiciones óptimas de las etapas del proceso de elaboración, a fin de lograr un producto de calidad nutricional y buena aceptación, como contribución a la presente revolución dietaria y al interés en los Alimentos Funcionales.

Por lo cual, técnicamente, es factible obtener una bebida nutritiva de pipián, amaranto y girasol, tomando en cuenta factores como el pre tostado y la relación almendra: agua, donde la temperatura y tiempo son de suma importancia para eliminar el sabor astringente producido por los taninos del pericarpio de las semillas. La bebida vegetal en la formulación A aporta 3.5% de proteína y 10.1% de grasa, es de vital importancia considerar que estos lípidos son en su mayoría ácidos grasos poliinsaturados, que resultan benéficos no solo por su condición bioquímica, si no también por su gran cantidad en la bebida. Este perfil nutricional asociado a los resultados positivos del análisis sensorial muestra que el consumo de la bebida vegetal podría considerarse como una alternativa al consumo de la leche de vaca.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana, N. Arcila y. Mendoza. 2005.
- Obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto, Edgar Mario Soteras. 2011.
- Gomas: Una Aproximación a la Industria de Alimentos, Antonio Pasquel. 2010.
- Elaboración de una bebida saborizada (chocolate, guanábana y maracuyá) a partir de harina de semilla de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Y AVENA, Montesdeoca Vinueza Sandra Lucía Escobar Avila Milo Ernesto. 2012.
- Obtención de una bebida nutritiva a partir de las semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), Silvia Valles Ramírez, Mari Medina-Vivanco, Abner Obregón-Lujerio. 2017.
- Utilización de la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) en dietas para pollos de ceba, Y. Martínez, M. Valdivié, O. Martínez, M. Estarrón y J. Córdova. 2010.
- elaboración de una bebida nutricional en polvo a partir de la almendra choibá (*Dipteryx oleifera* Benth). Guillermo S. Arrázola, Jorge A. Osorio y Armando Alvis. 2009.
- Bebidas vegetales. Natalia Moraleja García-Saavedra. 2017.
- Elaboración de una bebida pasteurizada a partir de un extracto proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Andrea Guallasamín-Dávila, Jenny Ávila-Vélez, Cristina Sotomayor-Grijalva
- Bressani, R., Sanchez-Marroquin, A. & Morales, E. (1992). Chemical Composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Foods Reviews International*, 8 (1), 23-49.
- Bressani, R. (2006). Estudios sobre la industrialización del grano de amaranto: caracterización química y nutricional de productos intermedios y finales del procesamiento. Proyecto FODECYT N°23-2002 Universidad del valle de Guatemala.
- ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA CON SEMILLAS DE GIRASOL (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) María Florencia Tirador y María E. Fátima Nader-Macías



ISBN: 978-607-8617-55-5



©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019