

COLABORACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

COORDINADORES

MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL
JONÁS LAGUNAS OROZCO
JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA
BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA
GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ
RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ





RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN

COLABORACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

**MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL
JONÁS LAGUNAS OROZCO
JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA
BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA
GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ
RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ
COORDINADORES**

2019

COLABORACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

COORDINADORES

MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL
JONÁS LAGUNAS OROZCO
JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA
BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA
GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ
RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ

AUTORES

JONÁS LAGUNAS OROZCO, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA, FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA, PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO, SALVADOR ENRIQUE ZÚÑIGA ROCHA, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO, EDMUNDO CASTRUITA MORÁN, LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZ, MARIBEL MADRID DEL PALACIO, FELIPA DE JESÚS RODRÍGUEZ FLORES, ANA MARÍA BAILÓN SALAS, BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ, JESÚS ALONSO GÁNDARA MIRELES, EVER ADRIÁN QUEZADA GUDIÑO, JUAN PABLO IBARRA PIEDRA, MÓNICA RIVERA RIVERA, MARTHA PATRICIA VALENCIA PÉREZ, GELASIO CARLOS MARTÍNEZ, ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO, DANIEL CARDONA RÍOS, CHRISTIAN EMMANUEL VÁZQUEZ GARCÍA, MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ, JOCELYNE MURILLO PULIDO, VIRIDIANA HUMARAN SARMIENTO, MERIT CISNEROS GONZÁLEZ, MAURICIO BOTELLO ORTIZ, JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA, CLARA ALICIA GÓMEZ MÁRQUEZ, LILIA GARCÍA AZPEITIA, MERARI BETZABE ACOSTA GARCÍA, DIANA QUIJADA CAMARENA, BRYAN IVÁN RIVAS GALINDO, FERNANDO ANTONIO VELÁZQUEZ TERRONES, LIZBETH YAMILETH HERNÁNDEZ ÁVILA, CÉSAR ALONSO VIGA JUÁREZ, JOSÉ RAMÓN VALDEZ GUTIÉRREZ, RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ, JESÚS MANUEL BLANCO BERUMEN, JESÚS GERARDO HERNÁNDEZ NÚÑEZ, MIRIAM GUADALUPE FLORES ANDRADE, ZOFÍA BENÍTEZ ALONSO, JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ, OMAR ALBA HERNÁNDEZ, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, MANUEL ALEXIS REYES VENEGAS, EDUARDO GAMERO INDA, MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA, YAZMÍN RUÍZ BONILLA, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, JESÚS DAVID ROSAS NÚÑEZ, JESÚS BOJORQUEZ DELGADO, GILBERTO BOJORQUEZ DELGADO, MANUEL ALFREDO FLORES ROSALES

EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO:

MTRO. DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

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
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. Impreso en
México.

Fecha de aparición 02/08/2019.

ISBN: 978-607-8617-25-8



9 786078 617258

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 7.2 MB

ISBN 978-607-8617-25-8

COLABORACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

ARBITRAJE

LAS ORGANIZACIONES Y SU ENTORNO UV-CA-116

MILAGROS CANO FLORES
TERESA GARCÍA LÓPEZ
OSCAR GONZÁLEZ MUÑOZ
DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ
ANA MARÍA DÍAZ CERÓN
YOLANDA RAMÍREZ VÁZQUEZ

DESARROLLO EMPRESARIAL ITSTB-CA-07

ERIKA DOLORES RUIZ
MARÍA DE JESÚS VALDIVIA RIVERA
MANUEL HERNÁNDEZ CÁRDENAS
IBIS RAFAEL HUERTA MORA
JULIO FERNANDO SALAZAR GÓMEZ

COORDINADORES

MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL
JONÁS LAGUNAS OROZCO
JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA
BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA
GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ
RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ

AUTORES

JONÁS LAGUNAS OROZCO, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA, FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA, PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO, SALVADOR ENRIQUE ZÚÑIGA ROCHA, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO, EDMUNDO CASTRUITA MORÁN, LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZ, MARIBEL MADRID DEL PALACIO, FELIPA DE JESÚS RODRÍGUEZ FLORES, ANA MARÍA BAILÓN SALAS, BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ, JESÚS ALONSO GÁNDARA MIRELES, EVER ADRIÁN QUEZADA GUDIÑO, JUAN PABLO IBARRA PIEDRA, MÓNICA RIVERA RIVERA, MARTHA PATRICIA VALENCIA PÉREZ, GELASIO CARLOS MARTÍNEZ, ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO, DANIEL CARDONA RÍOS, CHRISTIAN EMMANUEL VÁZQUEZ GARCÍA, MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ, JOCELYNE MURILLO PULIDO, VIRIDIANA HUMARAN SARMIENTO, MERIT CISNEROS GONZÁLEZ, MAURICIO BOTELLO ORTIZ, JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA, CLARA ALICIA GÓMEZ MÁRQUEZ, LILIA GARCÍA AZPEITIA, MERARI BETZABE ACOSTA GARCÍA, DIANA QUIJADA CAMARENA, BRYAN IVÁN RIVAS GALINDO, FERNANDO ANTONIO VELÁZQUEZ TERRONES, LIZBETH YAMILETH HERNÁNDEZ ÁVILA, CÉSAR ALONSO VIGA JUÁREZ, JOSÉ RAMÓN VALDEZ GUTIÉRREZ, RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ, JESÚS MANUEL BLANCO BERUMEN, JESÚS GERARDO HERNÁNDEZ NÚÑEZ, MIRIAM GUADALUPE FLORES ANDRADE, ZOFÍA BENÍTEZ ALONSO, JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ, OMAR ALBA HERNÁNDEZ, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, MANUEL ALEXIS REYES VENEGAS, EDUARDO GAMERO INDA, MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA, YAZMÍN RUÍZ BONILLA, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, JESÚS DAVID ROSAS NÚÑEZ, JESÚS BOJORQUEZ DELGADO, GILBERTO BOJORQUEZ DELGADO, MANUEL ALFREDO FLORES ROSALES

COLABORACIONES DE CUERPOS ACADÉMICOS EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

AUTOR	INSTITUCIÓN
Jonás Lagunas Orozco	Instituto Tecnológico de Durango.
José Antonio Martínez Rivera	Instituto Tecnológico de Durango.
Francisco Javier Godínez García	Instituto Tecnológico de Durango.
Pamela Viridiana Valenzuela Franco	Instituto Tecnológico de Durango.
Salvador Enrique Zúñiga Rocha	Instituto Tecnológico de Durango.
Isidro Amaro Rodríguez	Instituto Tecnológico de Durango.
Adriana Eréndira Murillo	Instituto Tecnológico de Durango.
Edmundo Castruita Morán	Instituto Tecnológico de Durango.
Luis Alberto Ordaz Díaz	Universidad Politécnica de Durango
Maribel Madrid del Palacio	Universidad Politécnica de Durango
Felipa de Jesús Rodríguez Flores	Universidad Politécnica de Durango
Ana María Bailón Salas	Universidad Politécnica de Durango
Brenda Magali Castillo Escañuela	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Pastor Emmanuel García Chairez	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Jesús Alonso Gándara Mireles	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Ever Adrián Quezada Gudiño	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Juan Pablo Ibarra Piedra	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Mónica Rivera Rivera	Instituto Tecnológico de Tuxtepec
Martha Patricia Valencia Pérez	Instituto Tecnológico de Tuxtepec
Gelasio Carlos Martínez	Instituto Tecnológico de Tuxtepec
Abraham Vázquez Fernández	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Francisco Javier Guerrero Haro	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Daniel Cardona Ríos	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Christian Emmanuel Vázquez García	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
María Quetzalcihuahatl Galván Ismael	Instituto Tecnológico de Durango
Grace Erandy Báez Hernández	Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Jocelyne Murillo Pulido	Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Viridiana Humaran Sarmiento	Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Merit Cisneros González	Instituto Tecnológico de Durango
Mauricio Botello Ortiz	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
José David Contreras Becerra	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Clara Alicia Gómez Márquez	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Lilia García Azpeitia	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Merari Betzabe Acosta García	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Diana Quijada Camarena	Instituto Tecnológico de Durango
Bryan Iván Rivas Galindo	Instituto Tecnológico de Durango
Fernando Antonio Velázquez Terrones	Instituto Tecnológico de Durango
Lizbeth Yamileth Hernández Ávila	Instituto Tecnológico de Durango
César Alonso Viga Juárez	Instituto Tecnológico de Durango
José Ramón Valdez Gutiérrez	Instituto Tecnológico de Durango
Raúl Alejandro Cuevas Jacquez	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Jesús Manuel Blanco Berumen	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Jesús Gerardo Hernández Núñez	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Miriam Guadalupe Flores Andrade	Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos
Zofía Benítez Alonso	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Jessecka Alba Hernández	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Omar Alba Hernández	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
María Angélica Cerdán	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Rodrigo Rodríguez Franco	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Manuel Alexis Reyes Venegas	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Eduardo Gamero Inda,	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Mirna de Jesús Ojeda Arana	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Yazmín Ruíz Bonilla	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Lizbeth Hernández Olán	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Jesús David Rosas Núñez	Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Jesús Bojorquez Delgado	Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Gilberto Bojorquez Delgado	Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Manuel Alfredo Flores Rosales	Instituto Tecnológico Superior de Guasave

INDICE

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE MODELO MATEMÁTICO DEL AIRE INTERNO DE UN INVERNADERO.

JONÁS LAGUNAS OROZCO, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA, FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA,
PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO

3

APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS VALIOSOS DE LA INDUSTRIA DEL MEZCAL EN DURANGO.

LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZ, MARIBEL MADRID DEL PALACIO, FELIPA DE JESÚS RODRÍGUEZ FLORES
ANA MARÍA BAILÓN SALAS

14

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA GALLETA LIBRE DE GLUTEN.

MÓNICA RIVERA RIVERA., MARTHA PATRICIA VALENCIA PÉREZ, GELASIO CARLOS MARTÍNEZ

24

MOVILIDAD URBANA Y SOSTENIBLE EN LA CIUDAD VICTORIA DE DURANGO.

CHRISTIAN EMMANUEL VÁZQUEZ GARCÍA, ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO, MARÍA QUETZALCIHUATL GALVÁN ISMAEL

38

MONITOREO DE VARIABLES FÍSICAS EN EL INTERIOR DE UN INVERNADERO MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.

PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA, MERIT CISNEROS GONZÁLEZ, JONÁS LAGUNAS OROZCO, FRANCISCO JAVIER GÓDINEZ GARCÍA

57

DESARROLLO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS PARA UNA INNOVACIÓN SUSTENTABLE.

JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA, CLARA ALICIA GÓMEZ MÁRQUEZ, LILIA GARCÍA AZPEITIA

74

IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS LOGIT Y PROBIT EN LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS SOCIALES POR PARTE DE GOBIERNO.

CÉSAR ALONSO VIGA JUÁREZ, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, ADRIANA ERÉNDIRA MURILO.

JOSÉ RAMÓN VALDEZ GUTIÉRREZ

83

APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA PROYECCIONES A LARGO PLAZO EN ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS.

SALVADOR ENRIQUE ZÚÑIGA ROCHA, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ, ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO,
EDMUNDO CASTRUITA MORÁN.

95

PRUEBAS DE IRRITABILIDAD DE UN SHAMPOO ORGÁNICO, A BASE DE PLANTAS NATURALES TALES COMO ALOE VERA (SÁBILA) Y JATROPHA DIOICA (SANGRE DE DRAGO).

BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ, JESÚS ALONSO GÁNDARA MIRELES,
EVER ADRIÁN QUEZADA GUDIÑO, JUAN PABLO IBARRA PIEDRA

112

ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO BALANCEADO PARA ABEJAS (APIS MELLIFERA L.) A BASE DE FUENTES PROTEICAS.

ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO, DANIEL CARDONA RÍOS

132

PLAN DE COMUNICACIÓN EN EL PROCESO DE AUDITORÍA AMBIENTAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE UNA EMPRESA DE SERVICIO ELÉCTRICO.

GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ, JOCELYNE MURILLO PULIDO, VIRIDIANA HUMARAN SARMIENTO

143

INDICE

RESTRUCTURACIÓN, EVALUACIÓN Y PRUEBAS A LA MÁQUINA LIMPIADORA Y CORTADORA DE NOPAL.

MAURICIO BOTELLO ORTIZ
160

FACTORES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL MUNICIPIO DE DURANGO, DGO.

MERARI BETZABE ACOSTA GARCÍA, DIANA QUIJADA CAMARENA, BRYAN IVÁN RIVAS GALINDO, FERNANDO ANTONIO VELÁZQUEZ TERRONES, LIZBETH YAMILETH HERNÁNDEZ ÁVILA
172

BIOFERTILIZANTE A BASE DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA.

RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ, ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ, JESÚS MANUEL BLANCO BERUMEN
191

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA REGIÓN DE LOS LLANOS.

FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO, JESÚS GERARDO HERNÁNDEZ NÚÑEZ, BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA, RAÚL ALEJANDRO CUERVAS JAQUEZ, MIRIAM GUADALUPE FLORES ANDRADE
209

BIOREACTORS EMPLOYED FOR METHANE PRODUCTION FROM VINASSE: A REVIEW.

LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZ, ANA MARÍA BAILÓN SALAS
223

SISTEMAS DE ESTACIONAMIENTO INTELIGENTE, PRIMERA APROXIMACIÓN DE ALGORITMO GUÍA.

MARÍA ANGÉLICA CERDÁN, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO, JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ
234

ESTUDIO DE LA MADURACIÓN Y CALIDAD DEL TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM) MEDIANTE EL USO DE VISIÓN ARTIFICIAL Y UN SISTEMA CONTROLADO.

MANUEL ALEXIS REYES VENEGAS, FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA, EDUARDO GAMERO INDA
249

GRANJAS SOLARES, BENEFICIO AMBIENTAL EN LA ZONA MAYA DE QUINTANA ROO.

MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA
263

METODOLOGÍAS ÁGILES EN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE GUBERNAMENTALES

YAZMÍN RUÍZ BONILLA, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN, JESÚS DAVID ROSAS NÚÑEZ
277

DISEÑO DE UN OBJETO IOT CON SOPORTE PARA INTERFACES WEB PARA APLICACIONES EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

JESÚS BOJORQUEZ DELGADO, GILBERTO BOJORQUEZ DELGADO, MANUEL ALFREDO FLORES ROSALES
291

MODELO COMPUTACIONAL PARA EL DIAGNÓSTICO Y CANALIZACIÓN DE CONDUCTAS DE RIESGO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS.

ZOFÍA BENÍTEZ ALONSO, JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ, OMAR ALBA HERNÁNDEZ, MARÍA ANGÉLICA CERDÁN.
302

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE MODELO MATEMÁTICO DEL AIRE INTERNO DE UN INVERNADERO

JONÁS LAGUNAS OROZCO¹, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA², FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA³,
PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO⁴.

RESUMEN.

El sector agroindustrial implementa nuevas tecnologías para mejorar las condiciones de desarrollo en cultivos con agricultura protegida. El control automático tiene gran importancia en el mejoramiento de los cultivos ya que permite realizar acciones de optimización en los diferentes tipos de sistemas de aprovechamiento de los suelos y el desarrollo de plantas. Un modelo matemático es mostrado para manipulación de la variable física de salida de temperatura del aire a partir de las variables de radiación PAR, humedad relativa en el interior del invernadero y la temperatura y humedad del exterior.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos mediante la simulación de un modelo matemático lineal autorregresivo de variables exógenas (ARX),

Las ecuaciones de predicción obtenidas generaron un modelo ARX con estructura 441, con un ajuste de error final de predicción del 1.15%.

Palabras clave: Invernadero, Temperatura, modelo ARX, Simulación.

ABSTRACT.

The industrial-agronomist sector incorporates new technologies to improve the production of greenhouse crops. The theory of automatic control is present in the different stages of life of crops. The mathematical model obtained shows as the physical output variable the interior air temperature of the greenhouse, and as input variables the PAR radiation indoor relative humidity of the greenhouse, temperature

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. jonaslagunaso@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. jamartinez@itdurango.edu.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. fgodinez@itdurango.edu.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. pavi10309@gmail.com

and relative humidity outside the greenhouse. The internal temperature of a greenhouse is the main regulating factor in the physiological growth of crops.

This paper presents the results obtained by simulation of a linear autoregressive mathematical model of exogenous variables (ARX), this model showed better results than other linear mathematical models.

The prediction equations obtained provided an ARX model with structure 441, where the best fit resulted with a final prediction error of 1.15%.

Keywords: Greenhouse, Temperature, ARX, Simulation.

INTRODUCCIÓN.

La agricultura protegida es una solución desarrollada frente a la problemática que enfrentan los cultivos a cielo abierto, tales como, una alta variación en el gradiente de temperatura, variación brusca en la humedad relativa, radiación solar excesiva, exceso o falta de lluvia. Una forma de hacer frente a los retos que impone la naturaleza es mediante el uso de invernaderos (Espejel Trujano & Lopez Cruz, 2013).

Se define como invernadero a un área de cultivo cerrada que permite el control de las variables que influyen en el crecimiento, desarrollo y nutrición de los cultivos.

El control de la temperatura interna de un invernadero es un tema de alta relevancia en la agricultura protegida ya que afecta el desarrollo y crecimiento en las diferentes etapas del cultivo.

La identificación de sistemas permite obtener un modelo matemático lineal para determinar las características dinámicas del proceso a controlar. Para la determinación de un modelo matemático existen dos metodologías generales a seguir las cuales son:

- a) Método analítico, consiste en proponer ecuaciones basadas en las leyes físicas y calculando los parámetros de las mismas.
- b) Método experimental, este inicia teniendo un sistema del cual no se tienen datos por lo que se procede a conocer con la determinación de las entradas y salidas mediante la medición de las variables mientras opera durante un periodo que lleva

a estado estacionario, una vez obtenidos estos datos se procede a determinar el modelo matemático.

Se considera que los datos de entrada y salida del sistema están descritos por la ecuación (1)

$$Y(t) = \sum_{i=1}^{\infty} g(i)U(t-i) + \sum_{i=1}^{\infty} h(i)V(t-i) \quad (1)$$

Donde $V(t)$ representa una perturbación del sistema, ruido blanco con media cero, $U(t)$ representa la señal de control. Aplicando el operador de retraso z^{-1} resulta la ecuación (2),

$$Y(z^{-1}) = G(z^{-1})U(z^{-1}) + H(z^{-1})V(z^{-1}) \quad (2)$$

Donde $G(z^{-1})$ es la función de transferencia asociada a la entrada y $H(z^{-1})$ representa la función de transferencia de la perturbación en la salida. Los modelos lineales paramétricos más ampliamente utilizados responden a la siguiente estructura representada en la ecuación (3).

$$A(z^{-1})Y(z^{-1}) = \frac{B(z^{-1})}{F(z^{-1})}U(z^{-1}) + \frac{C(z^{-1})}{D(z^{-1})}V(z^{-1}) \quad (3)$$

La función de transferencia asociada a la entrada y la perturbación están dadas por la ecuación (4).

$$G(z^{-1}) = \frac{B(z^{-1})}{A(z^{-1})F(z^{-1})}; H(z^{-1}) = \frac{C(z^{-1})}{A(z^{-1})D(z^{-1})} \quad (4)$$

Se pueden obtener diferentes estructuras del modelo según la función polinomial utilizada mostrado en la Tabla 1.

A pesar del hecho que los modelos AR y ARX no consideran las entradas haciendo $B = 0$, la principal diferencia entre las estructuras de los modelos descansa en la consideración de las perturbaciones. En las estructuras AR y ARX las perturbaciones suponen que son ruido blanco, considerando $C, D = 1$, mientras que ARMA y ARMAX supone que presentan cierta estructura temporal. Además

mientras las estructuras de la función de transferencia de ARX y ARMAX comparten denominador con $D, F = 1$ para ambos tipos de estructura, modelos OE y BJ son totalmente independientes. Finalmente, modelos ARX, ARMAX y BJ son usados en predicción, mientras que OE son modelos de simulación que no incluyen en sus hipótesis estructuras de perturbaciones siendo $A, C, D = 1$, además la función de transferencia de estos modelos está asociada con las entradas del sistema.

Tabla 1 Estructura de modelos lineales.

Polinomios usados.	Modelos.
B=0,C=1,D=1	Auto regresivo (AR)
B=0,D=1	Auto regresivo con medias variables(ARMA)
C=1,D=1, F=1	Auto regresivo con entradas exógenas (ARX)
D=1, F=1	Auto regresivo con medias variables y entradas exógenas (ARMAX)
A=1, C=1,D=1	Error de salida (OE)
A=1	Box-Jenkins (BJ)

El modelo paramétrico ARX (Auto-Regressive eXogen) corresponde a la siguiente estructura representada en ecuación (5):

$$G(z^{-1}) = z^{-nk} \frac{B(z)}{A(z)}; H(z^{-1}) = \frac{1}{A(z)} \quad (5)$$

Donde A y B son polinomios en el operador de retraso z^{-1} como se muestra en la ecuación (6).

$$A(z) = 1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_{na} z^{-na}; B(z) = b_1 + b_2 z^{-1} + b_3 z^{-2} + \dots + b_{nb} z^{-nb+1} \quad (6)$$

De manera explícita el modelo ARX se expresa según la ecuación (7).

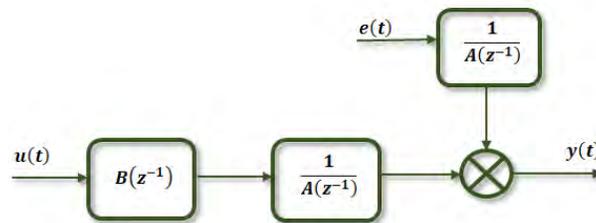
$$y(t) + a_1y(t - 1) + a_2y(t - 2) + \dots + a_{na}y(t - na) = b_1u(t - nk) + b_2u(t - nk - 1) + \dots + b_{nb}u(t - nk - nb + 1) \quad (7)$$

Donde $y(t)$ es la señal de salida en tiempo discreto t ; $u(t - nk)$ es la entrada del sistema en tiempo discreto $(t - nk)$; a_{na} y b_{nb} son los parámetros del sistema; na y nb indican el orden de los polinomios; nk es el tiempo muerto entre la entrada y la salida.

$$A(z) y(t) = B(z)u(t - nk) + e(t) \quad (8)$$

La representación gráfica de esta ecuación (8) en forma de diagrama de bloque es la siguiente.

Figura 1 Diagrama a bloques de la estructura ARX.



$A(z)$ y $B(z)$ se representan mediante matrices.

De la ecuación (8) definida, el número de polos está dado mediante na y el número de ceros mediante $(nb - 1)$

Los avances en el modelado matemático de invernaderos y su simulación, permiten predecir el comportamiento de las variables de interés dentro de la estructura protegida. En (Castañeda-Miranda *et. Al* 2007) realizan la simulación dinámica del modelo matemático de un invernadero experimental con SIMULINK de MatLAB, calibrando y validando las ecuaciones de predicción con un buen nivel de confianza.

En (Leal-Iga, 2006) se presenta un modelo matemático mejorado que incluye el efecto de la humedad relativa sobre la temperatura interna del invernadero, el modelo matemático de partida se plantea a partir del balance de masa y energía del invernadero. Las variables consideradas en el modelo matemático son la

temperatura del aire, la temperatura del suelo, la concentración de CO₂ y la humedad relativa, el modelo resultante presenta una mayor sensibilidad contemplando pocas variaciones ante cambios de la temperatura. En Lopez (Cruz *et Al* 2005) se presenta una metodología para obtener un modelo lineal ARX para la predicción del comportamiento de la temperatura interna de un invernadero, se utiliza como herramienta de simulación SIMULINK de MatLAB.

El modelado lineal del comportamiento de la temperatura interna de un invernadero es probado mediante tres métodos en (Patil, Tantau, & Salokhe, 2008), donde se utiliza modelos ARX, ARMAX y NNARX comparando el desempeño de cada modelo, donde se usó la temperatura como salida del sistema y cuatro variables de entrada que son externas al invernadero las cuales son temperatura, humedad relativa, radiación PAR y la predicción del error, lo que se vuelve interesante al solo considerar el efecto de las variables externas en la temperatura interna, de este modo se llega a la conclusión en el desempeño de los modelos destacando entre ellos el modelo NNARX teniendo un mejor ajuste en comparación entre los datos medidos y simulados, posteriormente el modelo ARX se desempeña mejor que el ARMAX, teniendo un residuo menor en la comparación de datos.

Las investigaciones desarrolladas en el modelado de invernaderos permiten la aplicación de nuevas herramientas de instrumentación y control automático como Hahn 2011 aplicado en el control de la radiación PAR mediante mallas de sombreo y la humedad relativa con un sistema de riego.

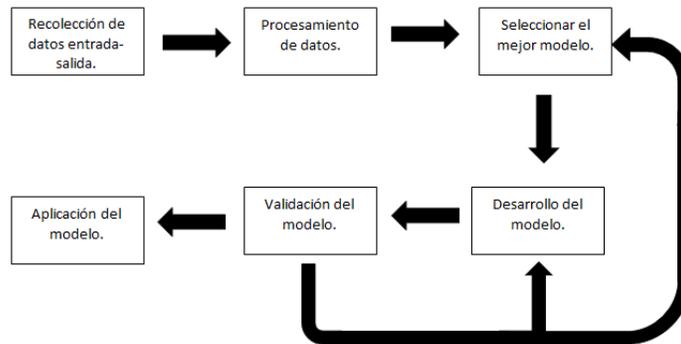
Dentro de los modelos matemáticos se han presentados diferentes propuestas, las que consisten en generar los modelos basados en ecuaciones físicas, en definir su comportamiento bajo estas leyes, realizando la simulación y validación de dichos modelo, como lo que propone (Castañeda-Miranda 2007), estos modelos se basan en el movimiento de masa y energía. De manera similar existen los modelos basados en los datos del sistema, datos de entrada salida, que según sea la aplicación el uso dará mejores resultados in modelo sobre otro, como los diferentes estudios similares al presente donde se ha llevado a cabo comparaciones entre diferentes modelos, resultando un modelo ARX con un mejor desempeño que un ARMAX (SL Patil 2008). Bajo esta premisa el presente estudio está enfocado en

modelar un invernadero en el noreste de la república Mexicana, tomando como base datos recolectados en un invernadero ubicado en las coordenadas con Latitud 24.446780 y longitud – 104.1112140 del municipio de Guadalupe Victoria, Durango, la construcción del modelo matemático se ajusta al comportamiento de la temperatura en esta región, que presenta gradientes de temperatura y humedad relativa muy drásticos.

METODOLOGÍA.

El estudio consiste básicamente en la de identificación de sistemas que es descrita en la literatura como pasos a seguir con la finalidad de realizar una identificación o construcción de modelo más apropiada para el sistema tal y como lo muestra en la figura 2.

Figura 2 De la Metodología de identificación de sistemas.



Los datos obtenidos de este experimento fueron recolectados a lo largo de un año, iniciando en diciembre del 2014 hasta diciembre del 2015, tomando datos las 24 horas. El procesamiento de datos, tomados del invernadero previamente mencionado, los cuales fueron tomados con un periodo de muestreo de 10 minutos, dando como resultado los datos que son considerados como valores de entrada-salida al sistema a identificar, de este modo se utilizaron como datos de entrada la humedad relativa y luminosidad internas del invernadero, la temperatura y humedad relativa externas al mismo y como variable de salida del modelo matemático la temperatura interna del aire del invernadero.

Para este estudio en particular, se elige la estructura del modelo ARX.

Para determinar los parámetros de la ecuación que describe el comportamiento dinámico del sistema utilizando el Toolbox System Identification de Matlab. Se procesan los datos en el Toolbox para eliminar medidas de tendencia y valores atípicos, de esta forma seleccionar los más útiles para la construcción del modelo y una vez determinados los parámetros y que estos tengan valores finitos y no resulte en un modelo matemático degenerado.

Se realiza la estimación polinomial para la construcción del modelo ARX, asignando la cantidad de polos y ceros del sistema. Para este caso de estudio se analizaron diferentes estructuras con 4 polos, 4 ceros y un retraso de entrada-salida, 2 polos, 3 ceros y un retraso de entrada-salida. $A = \pi r^2$

Dentro de la validación del modelo es usado el criterio de mejor ajuste (best fit criterio) y el error de predicción final (FPE, por sus siglas en inglés) se definen por las siguientes ecuaciones I, II.

$$R^2 = 100 * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon}{\sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2} \right) \% \quad (I)$$

$$FPE = V_N(\theta, Z^N) \left(\frac{1+d/n}{1-d/n} \right) \quad (II)$$

Donde $V_N(\theta, Z^N)$ es la función de perdida, d es el total de datos estimados y N en el tamaño del registro de datos.

RESULTADOS.

Como resultado del análisis con ayuda de la herramienta System Identification el modelo de 4 polos y 4 ceros con un retraso de entrada salida como se muestra en la figura 3, se obtuvieron valores más apegados al comportamiento de la temperatura interna del invernadero según la figura 4. Los diferentes modelos fueron probados según su construcción y la cantidad de datos para hacer la validación del modelo, a lo que adicionalmente se encontró que tanto el mejor ajuste y el error predicción final se lograron usando el 90% de los datos en la construcción del modelo y el 10% en la validación. Se probaron diferentes porcentajes de datos en

la creación de los modelos y su validación, que fueron 20%/80%, 50%/50%, 80%/20% y 90%/10% y los resultado se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Resultados de los diferentes modelos.

Partición	Orden	%Ajuste	FPE
20/80	4,4,1	8.42%	157.7
50/50	2,1,1	9.24%	143
80/20	4,4,1	72.81%	2.91
90/10	4,4,1	85.65%	0.6673
90/10	2,2,1	8.45%	158.3

Figura 3 Parametrización del modelo

```

Model name: arx441
Color: [0,0,1]

Parameterization:
  Polynomial orders: na=4  nb=[4 4 4 4]  nk=[1 1 1 1]
  Number of free coefficients: 20
  Use "polydata", "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

Status:
  Estimated using ARX on time domain data "mydatad".
  Fit to estimation data: 85.65% (prediction focus)
  FPE: 0.6672, MSE: 0.6647

Diary and Notes

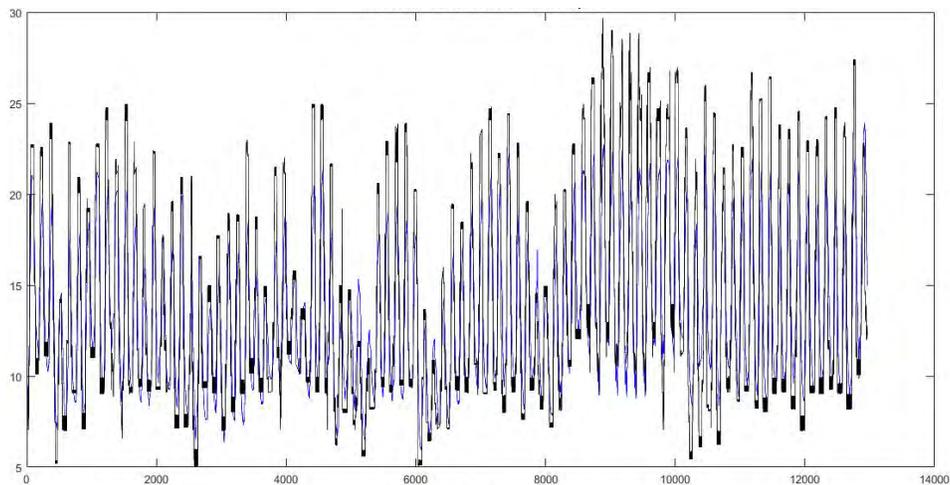
% Import mydata
mydatad = detrend(mydata,0)

Opt = arxOptions;
na = 4;
nb = [4 4 4 4];
nk = [1 1 1 1];

arx441 = arx(mydatad,[na,nb,nk], Opt);

```

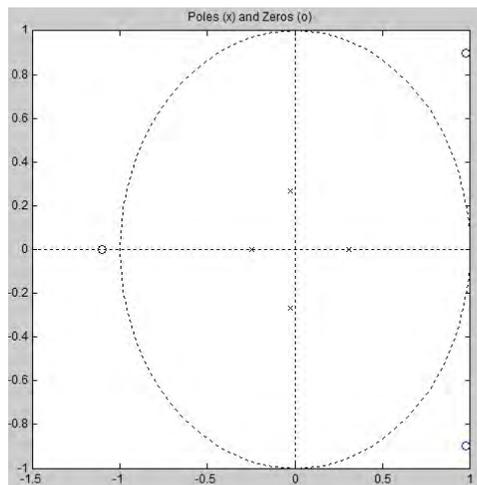
Figura 4 Comparación entre modelo y los datos.



Se muestra algunos de los valores más destacados en el estudio y se muestran en la primera columna los porcentajes de creación del modelo y datos de validación,

en la segunda columna están representados en el primer número los polos, en el segundo los ceros del sistema y en la tercera posición el retardo entre la entrada y la salida, el porcentaje del mejor ajuste está representado en la tercer columna y por último en la cuarta, el error de predicción final. De igual manera se encuentran representados en la figura 5 los polos y ceros del sistema, de tal modo que se puede observar que el sistema es intrínsecamente estable, debido a que sus polos se encuentran dentro del círculo unitario en el plano de Laplas.

Figura 5



CONCLUSIONES

El modelo obtenido en este estudio de la temperatura interna de un invernadero, en base a la metodología de identificación de sistemas, satisface la necesidad de predecir el comportamiento de esta variable de interés, ya que el error de predicción final se minimiza.

Para determinar la mejor estructura del modelo matemático, se aplicó el criterio de información de Akaike y estima que la estructura $S=9$ arroja el mejor ajuste de datos y menor error final de predicción.

Se observa que un factor importante en la construcción del modelo matemático es la partición de los datos usados, con los porcentajes del 90% en la creación del modelo y un 10% en la validación el error final de predicción es mínimo.

La temperatura interna de un invernadero es el principal factor de regulación en el crecimiento fisiológico de los cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda-Miranda, R., Ventura-Ramos, E. J., Peniche-Vera, R. d., & Herrera-Ruiz, G. (2007). Análisis y simulación del modelo físico de un invernadero bajo condiciones climáticas de la región central de México. *Agrociencia*, 317-333.
- Espejel Trujano, D., & Lopez Cruz, I. L. (2013). Determinación de las tasas de ventilación natural en un invernadero mediante modelos teóricos y gases trazadores. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 185-198.
- Fernández del Busto y Ezeta, R. (2013). *Análisis y diseño de sistemas de control digital*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Flores Velázquez, J., Mejía Saenz, E., Montero-Camacho, J. I., & Rojano, A. (2011). Análisis numérico del clima interior en un invernadero de tres naves con ventilación mecánica. *Agrociencia*, 545-560.
- Iserman, R., & Múchhof, M. (2011). *Identification Of Dynamic Systems*. London New York: Springer.
- Leal-Iga, J. (2006). Modelado del clima de invernaderos: Respuesta de la temperatura a cambios de humedad. *Ingenierías*, 7-13.
- Lopez Cruz, I. L., Rojano Aguilar, A., Ojeda Bustamante, W., & Salazar Moreno, R. (2005). MODELOS ARX PARA PREDECIR LA TEMPERATURA DEL AIRE DE UN INVERNADERO: UNA METODOLOGÍA. *Agrociencia*, 181-192.
- Muñoz, P., Buitrago, J., Arboleda, A., Cortez, O., Sanchez, A., & Zapata, C. (2011). Sistema de instrumentación y monitoreo para el invernadero la Aldana de la universidad del Quindío. *Scientia et Technica*, 219-225.
- Patil, S. L., Tantau, H. J., & Salokhe, V. M. (2008). Modelling of tropical greenhouse temperature by auto regressive and neural network models. *B I O S YSTEMS ENGINE E R I N G*, 423-431.
- Pearson, R. K. (1999). *Discrete-Time Dynamic Model*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Ramos Fernandez, J. C., Lopez Morales, V., Lafont, F., Enea, G., & Duplaix, J. (2009). Una estructura neurodifusa para modelar la evapotranspiración instantánea en invernaderos. *Revistas UNAM*, 126-139.
- Rodríguez, F., Berenguel, M., Gusman, J. L., & Ramirez-Arias, A. (2015). *Modeling and Control of Greenhouse Crop Growth*. Almería: Springer.

APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS VALIOSOS DE LA INDUSTRIA DEL MEZCAL EN DURANGO

LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZ¹, MARIBEL MADRID DEL PALACIO,² FELIPA DE JESÚS RODRÍGUEZ FLORES³
ANA MARÍA BAILÓN SALAS⁴

Existe un dicho famoso entre los Mezcaleros “Para todo mal, mezcal; para todo bien, también... y si no hay remedio: litro y medio”. Según la Secretaria de Economía (2015) el mezcal se ha convertido en uno de los productos más representativos de México a nivel internacional, debido a su carácter artesanal y su variedad de presentaciones. Estados como Oaxaca, Zacatecas, Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Tamaulipas y Durango, cuentan con la denominación de origen del producto. El mezcal es el resultado final de la destilación del tronco o piña del agave mezcalero, cocido en un horno de piedra excavado en la tierra, el cual se fabrica tradicionalmente a pequeña escala (Kirchmayr y col. 2017).

En el municipio de Durango, la cadena productiva del mezcal, se encuentra en un bajo grado de desarrollo. Sin embargo, en algunas regiones, la elaboración de mezcal representa una fuente de ingresos económicos muy importante y en ocasiones la única (Barraza-Soto y col. 2014). La industria del mezcal tiene una ventaja competitiva con respecto al tequila ya que ésta última solo puede ser producida con una especie de agave, mientras que el mezcal tiene a su disposición mayor variedad de agaves con características y sabores regionales, dando la oportunidad de orientarse a distintos nichos de mercado, sin depender ecológicamente de un solo cultivo (Morales-Carrillo y col. 2007).

¹ Universidad Politécnica de Durango. luis.ordaz@unipolidgo.edu.mx

² Universidad Politécnica de Durango. felipa.rodriguez@unipolidgo.edu.mx

³ Universidad Politécnica de Durango. maribel.madrid@unipolidgo.edu.mx

⁴ Universidad Politécnica de Durango. bailon_anna@hotmail.com

Reportes de Gentry, (1982) y Valenzuela y col. (2003) indican que 19 municipios del Estado de Durango tienen vocación mezcalera ya que, en estos, crecen de manera natural agaves y algunas especies se utilizan para la elaboración de mezcal que se procesa en pequeñas destilerías. Según el Consejo Mexicano Regulador del Mezcal (COMERCAM, 2018), el mezcal se produce a partir de varias especies de Agave, principalmente de *A. angustifolia* (Maguey Espadín). Para la elaboración del mezcal artesanal, se requiere como materia prima el Agave, para la cocción se utiliza leña y un alto consumo de agua durante la destilación.

Debido a que en la elaboración del mezcal se lleva de manera artesanal, se presenta un bajo rendimiento de la producción. Existen vinatas que están poco equipadas, las cuales llegan a utilizar de 15 a 20 kg de Agave por litro de mezcal. Mientras que, en otros más equipados, utilizan solo 10 kg de Agave por litro de mezcal. Además, en la cocción de las cabezas de Agave se utilizan de 7 a 8 kg de leña por litro producido. Y en la destilación, cuando no se cuenta con un sistema de recirculación se llega a consumir hasta 20 L de agua (Palma y col. 2016). En este sentido, la producción del mezcal que genera beneficios económicos a las localidades, también deteriora el medio ambiente. Sobre todo cuando no se tratan o se aprovechan los subproductos obtenidos en cada etapa del proceso.

RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE VINAZA DEL MEZCAL.

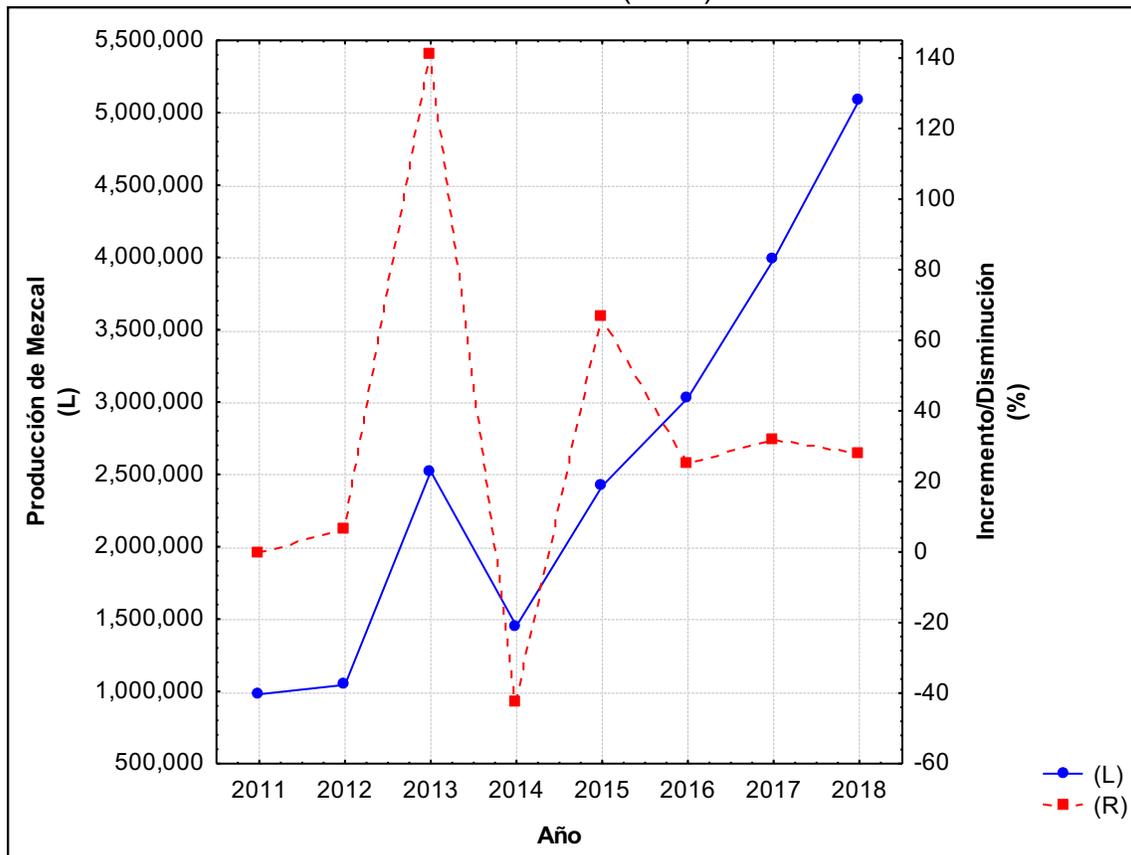
En la producción del mezcal, se producen tanto residuos líquidos como las vinazas y sólidos como lo es el bagazo (Figura 1).

Figura 6. Vinaza y bagazo obtenidos del Mezcal (elaboración propia).



Vinazas. Este residuo, se genera durante la última etapa de producción del mezcal. Según el informe estadístico del COMERCAM (2018) se produjeron 5, 089,667 L de mezcal en México (Figura 2). Esto equivale a general más de 76 millones de litros de vinaza de mezcal.

Figura 7. Dinámica de la producción de mezcal (45% Alc. Vol), Calculado de la COMERCAM (2018).



Las vinazas son muy agresivas para el ambiente, presentan pH bajos, una alta demanda química de oxígeno ($50,000-95,000 \text{ mgL}^{-1}$) y una alta concentración de sólidos (Robles-González y col. 2012; Moran-Salazar y col. 2016). La turbidez y el color asociados a la presencia de sólidos suspendidos y melanoidinas respectivamente, puede afectar los procesos fotosintéticos en cuerpos receptores afectando la vida acuática que ahí se desarrolla (Fitzgibbon y col. 1995). Concentraciones altas de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, pueden causar eutrofización en los cuerpos de agua receptores (Vlyssides y col. 1997). Un alto contenido de sales en la vinaza puede provocar salinidad en suelos. Esto puede

deteriorar la fertilidad, estructura y porosidad del suelo (Tejada y col. 2009). El pH bajo favorece la disolución de metales pesados en los suelos (García y col. 1997). También, contienen compuestos fenólicos y polifenólicos (Capasso y col. 1992). Altas concentraciones de sales minerales y un color oscuro atribuido a la presencia de melanoidinas (Jiménez y col. 2003; Coca y col. 2005).

Bagazo. Residuo sólido, producido durante la extracción de las cabezas de agave cocidas. Se generan aproximadamente 1.4 Kg de bagazo por litro de alcohol producido (López-López y col. 2010). El bagazo, representa aproximadamente el 40% del peso total del Agave molido en base húmeda (Cedeño 1995). Está compuesto por un 43% de celulosa, 15% lignina, 19% hemicelulosa, 5% de azúcares reductores, 3% Nitrógeno total, 1% pectina, 1% grasas y 13% otros (Alonso y Rigal 1997). El bagazo, es arrojado al suelo, incinerado o vertido en cuerpos de agua (Martínez-Gutiérrez y col. 2013; Palma y col. 2016).

La vinaza y el bagazo representan un problema ambiental provocando una modificación persistente en el ambiente donde se vierten. Estos residuos ácidos contienen un gran contenido de materia orgánica, por lo que el tratamiento de estos es necesario antes de ser descargados (Robles-González y col. 2012; Li y col. 2013). Es tiempo de cambiar el paradigma, dejar de verlos solo como residuos para tratarlos como subproductos, revalorizar los “desechos” y otorgarles otro tipo de valor con un manejo sustentable sobre estos materiales.

TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN LA PRODUCCIÓN DEL MEZCAL.

Los potenciales usos que se le pueden dar a los residuos del proceso de producción de mezcal son: generación de bioenergía, compostaje, alimento para ganado, producción de fertilizante, enzimas y surfactantes, carbón y otros aun no conocidos.

Bioenergía. Debido a que las características fisicoquímicas de las vinazas del tequila, caña de azúcar y remolacha son similares a las producidas en el mezcal (Moran-Salazar y col. 2016). Y considerando estudios anteriores donde se les empleo para la producción de bioenergía, la vinaza del mezcal podría ser aprovechada de la misma forma dado su parecido.

Como ya se mencionó anteriormente, la leña es utilizada tanto para la cocción del agave como para el proceso de destilación. Por lo que el tratamiento anaerobio de la vinaza puede disminuir los costos para el control de la contaminación y obtener bioenergía para el mismo proceso de producción de mezcal, sin necesidad de utilizar energía de combustibles fósiles o biomasa vegetal.

El tratamiento anaerobio de las vinazas ha sido uno de los sistemas más empleados gracias a los bajos costos de operación, el ahorro de energía, la baja producción de lodos y sobretodo, la obtención de bioenergía a base de metano. Este, puede disminuir los costos para el control de la contaminación y obtener bioenergía (Marty y col. 2001; Lu y col. 2009). Además, en el proceso de depuración la eficiencia y calidad en la obtención de metano, están altamente correlacionadas con la composición y actividad de la comunidad microbiana que ahí se encuentra (Christy y col. 2014). Por lo que los cambios en las comunidades microbianas deben ser monitoreados.

Composta y sustrato agrícola. El bagazo del *Agave* ha sido utilizado como herramienta para biodegradación de residuos de rastros. Además, ha sido utilizado para el compostaje y como sustrato para la producción de tomate. Siempre y cuando la fibra no esté completamente degradada en la etapa del compostaje (Iñiguez y col. 2003; Iñiguez y col. 2011; Martínez-Gutiérrez y col. 2013).

Elaboración tableros de fibra. Iñiguez y col. (2014) elaboraron tableros a base de bagazo de *Agave*, las propiedades mecánicas fueron comparables con las de tableros hechos con fibras de *Álamo*.

Alimentación animal. El bagazo del *Agave* es difícil de utilizarse en la alimentación de animales, debido a que la lignina presente, ya que limita la biodegradación de la celulosa. Sin embargo, puede ser utilizado si se separa la fibra de baja digestibilidad (Gould 1985). Iñiguez y col. (2014) menciona que el bagazo de *Agave* puede ser utilizado para la alimentación de ovejas, ya que es ligeramente mejor que el rastrojo de maíz.

Fertilizante. Se ha planteado el uso de la vinaza como abono orgánico, determinando su factibilidad agronómica, como biofertilizante. Según Alfaro y Alfaro (1996), con un buen manejo la vinaza se podría utilizar, permitiendo beneficiarse de

la alta concentración de K (732 mg L^{-1}), que es esencial para los cultivos. Singh y col. (1998), aplicaron vinaza a varios niveles de DBO_5 (0 a 3.000 mg L^{-1}) y encontraron que $500 \text{ mg DBO}_5 \text{ L}^{-1}$ permitieron cultivar trigo (*Triticum aestivum*) durante 3 años sin problemas; además, el pH y la conductividad eléctrica del suelo no variaron, aumentando el contenido de C, N, P y K. Los resultados obtenidos permiten identificar el potencial de la vinaza como alternativa para la fertilización de suelo. Sin embargo, se han observado mayores emisiones de óxido nitroso cuando la vinaza se aplica conjuntamente con fertilizantes inorgánicos (Cassman y col. 2018). Moran-Salazar y col. (2016) mencionan que, si se aplican directamente al suelo, el contenido de materia orgánica, nitratos, amonio, potasio, magnesio, sodio y metales pesados aumentará en el suelo y cuando se filtren podrían contaminar los mantos freáticos. Además, altas cargas de sólidos pueden bloquear los poros en el suelo, favoreciendo condiciones anaeróbicas las cuales pueden disminuir el pH y movilizar los metales pesados que pudieran encontrarse en el suelo (García y col. 1997).

Carbón. El bagazo, además, puede ser utilizado como una fuente de combustible alterna, ya que Chávez-Guerrero e Hinojosa (2010) analizaron bagazo pirolizado a 450°C para producir carbón. Esta investigación muestra que el bagazo a partir de *Agave salmiana* es capaz de producir 19.36 MJ/Kg de bagazo.

Biosurfactante. Debido a que los residuos agroindustriales, contienen una alta concentración de carbohidratos, pueden servir como fuente alternativa para la producción de surfactantes (Kaskatepe y Yildiz 2016). Napolini y col. (2017) usaron vinaza de azúcar de caña como sustrato para la fermentación sumergida con *Pseudomonas aeruginosa* en la producción de biosurfactante.

Producción de enzimas. La lacasa es una enzima que participa en la degradación de lignina y puede ser utilizada para la decoloración de efluentes papeleros (Lee y col. 1999) y aguas residuales de la industria textil. Kahraman y Gurdal (2002) utilizaron sustratos fenólicos como lo es la vinaza para producir lacasa por medio de *Coriolus versicolor* y *Funlia trogii*.

El aprovechamiento de los subproductos de la Industria del Agave es una alternativa real y viable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, R. y J. Alfaro. (1996). Evaluación de la vinaza como fertilizante potásico en la caña de azúcar y su efecto sobre las propiedades químicas de un suelo de Atenas, Alajuela. p. 175. En: Resúmenes X Congreso Nacional Agronómico y II Congreso de Suelos, San José, Costa Rica.
- Alonso, M. S., y Rigal, L. (1997). Caracterización y valorización del bagazo de Agave tequilana Weber de la industria del tequila. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 3(2), 31-39.
- Barraza-Soto, S., Domínguez-Calleros, P. A., Montiel-Antuna, E., Návar-Chaidez, J. J., y Díaz-Vásquez, M. A. (2014). La producción de mezcal en el municipio de Durango, México. *Ra Ximhai*, 10(6).
- Capasso, R., Cristinzio, G., Evidente, A., y Scognamiglio, F. (1992). Isolation, spectroscopy and selective phytotoxic effects of polyphenols from vegetable waste waters. *Phytochemistry*, 31(12), 4125-4128.
- Cassman, N. A., Lourenço, K. S., do Carmo, J. B., Cantarella, H., y Kuramae, E. E. (2018). Genome-resolved metagenomics of sugarcane vinasse bacteria. *Biotechnology for biofuels*, 11(1), 48.1
- Cedeño, M. C. (1995). Tequila production. *Critical reviews in biotechnology*, 15(1), 1-11.
- Chávez-Guerrero, L., e Hinojosa, M. (2010). Bagasse from the mezcal industry as an alternative renewable energy produced in arid lands. *Fuel*, 89(12), 4049-4052.
- Christy, P. M., Gopinath, L. R., y Divya, D. (2014). A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 167-173.
- Coca, M., Pena, M., y González, G. (2005). Variables affecting efficiency of molasses fermentation wastewater ozonation. *Chemosphere*, 60(10), 1408-1415.
- COMERCAM, 2018. Consejo Mexicano Regulador del Mezcal. Informe estadístico 2018. http://www.crm.org.mx/PDF/INF_ACTIVIDADES/INFORME2018.pdf visitado el 29 de abril del 2019.
- Fitzgibbon, F. J., Nigam, P., Singh, D., y Marchant, R. (1995). Biological treatment of distillery waste for pollution-remediation. *Journal of Basic Microbiology*, 35(5), 293-301.
- García, I. G., Venceslada, J. B., Peña, P. J., y Gómez, E. R. (1997). Biodegradation of phenol compounds in vinasse using *Aspergillus terreus* and *Geotrichum candidum*. *Water Research*, 31(8), 2005-2011.
- Gentry, H. S. (2004). *Agaves of Continental North America*. University of Arizona Press.

- Gould, J. M. (1985). Studies on the mechanism of alkaline peroxide delignification of agricultural residues. *Biotechnology and Bioengineering*, 27(3), 225-231.
- Íñiguez, C. G., Bernal, C. J. J., Ramírez, M. W., y Villalvazo, N. J. (2014). Recycling agave bagasse of the tequila industry. *Advances in chemical engineering and science*, 4(02), 135.
- Íñiguez, G., Flores, S., y Martínez, L. (2003). Utilización de subproductos de la industria tequilera. Parte 5. Biodegradación del material de descarte de la industria de curtiduría. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 19(2), 83-91.
- Íñiguez, G., Martínez, G. A., Flores, P. A., y Virgen, G. (2011). Utilización de subproductos de la industria tequilera: Parte 9. Monitoreo de la evolución del compostaje de dos fuentes distintas de bagazo de agave para la obtención de un substrato para jitomate. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(1), 47-59.
- Jiménez, A. M., Borja, R., y Martín, A. (2003). Aerobic–anaerobic biodegradation of beet molasses alcoholic fermentation wastewater. *Process Biochemistry*, 38(9), 1275-1284.
- Kahraman, S. S., y Gurdal, I. H. (2002). Effect of synthetic and natural culture media on laccase production by white rot fungi. *Bioresource Technology*, 82(3), 215-217.
- Kaskatepe, B., y Yildiz, S. (2016). Rhamnolipid biosurfactants produced by *Pseudomonas* species. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59.
- Kirchmayr, M. R., Segura-García, L. E., Lappe-Oliveras, P., Moreno-Terrazas, R., de la Rosa, M., y Mathis, A. G. (2017). Impact of environmental conditions and process modifications on microbial diversity, fermentation efficiency and chemical profile during the fermentation of Mezcal in Oaxaca. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 160-169.
- Lee, I. Y., Jung, K. H., Lee, C. H., y Park, Y. H. (1999). Enhanced production of laccase in *Trametes vesicolor* by the addition of ethanol. *Biotechnology Letters*, 21(11), 965-968.
- Li, Y., Zhang, R., Chen, C., Liu, G., He, Y., y Liu, X. (2013). Biogas production from co-digestion of corn stover and chicken manure under anaerobic wet, hemi-solid, and solid state conditions. *Bioresource Technology*, 149, 406-412.
- López-López, A., Davila-Vazquez, G., León-Becerril, E., Villegas-García, E., y Gallardo-Valdez, J. (2010). Tequila vinasses: generation and full scale treatment processes. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 9(2), 109-116.
- Lu, Y., Lai, Q., Zhang, C., Zhao, H., Ma, K., Zhao, X., Chen, H., Liu, D., y Xing, X. H. (2009). Characteristics of hydrogen and methane production from cornstalks by an augmented two-or three-stage anaerobic fermentation process. *Bioresource Technology*, 100(12), 2889-2895.

- Martínez-Gutiérrez, G. A., Íñiguez Covarrubias, G., Ortiz-Hernández, Y. D., López-Cruz, J. Y., y Bautista Cruz, M. A. (2013). Tiempos de apilado del bagazo del maguey mezcalero y su efecto en las propiedades del compost para sustrato de tomate. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(3), 209-216.
- Marty, D., Bonin, P., Michotey, V., y Bianchi, M. (2001). Bacterial biogas production in coastal systems affected by freshwater inputs. *Continental Shelf Research*, 21(18-19), 2105-2115.
- Morales-Carrillo, N., Escobar-Moreno, D. A., y Paredes-Hernández, E. (2007). Estudio sobre el impacto que a las modificaciones a la NOM-070 traeran a la industria del mezcal. Universidad Autónoma Chapingo-CRUCEN, Zacatecas.
- Moran-Salazar, R. G., Sanchez-Lizarraga, A. L., Rodriguez-Campos, J., Davila-Vazquez, G., Marino-Marmolejo, E. N., Dendooven, L., y Contreras-Ramos, S. M. (2016). Utilization of vinasses as soil amendment: consequences and perspectives. *SpringerPlus*, 5(1), 1007.
- Naspolini, B. F., Machado, A. C. D. O., Junior, C., Barreiro, W., Freire, D. M. G., y Cammarota, M. C. (2017). Bioconversion of sugarcane vinasse into high-added value products and energy. *BioMed research international*, 2017.
- Palma, F., Pérez, P., y Meza, V. (2016). Diagnóstico de la Cadena de Valor Mezcal en las Regiones de Oaxaca. Recuperado de <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/04/Perfiles/AnexosPerfiles/6.%20CV%20MEZCAL.pdf>
- Robles-González, V., Galindez-Mayer, J., Rinderknecht-Seijas, N., Poggi-Varaldo, H.M. (2012). Treatment of mezcal vinasses: A review. *Journal of Biotechnology*. 157(4), 524-546.
- Secretaría de Economía (2015) <https://www.gob.mx/se/articulos/se-amplia-zona-de-denominacion-de-origen-del-mezcal>
- Singh, Y., M.S. Gangwar, B.S. Mahapatra, P.C. Srivastava, A. Kulshreshtha, R.B. Manihar, S.K. Mishra, M.K. Dasgupta, D.C. Ghosh, D.K. Majumdar, G.N. Chattopadhyay, P.K. Ganguli, P.S. Munsu y D. Bhattacharya. (1998). Utilization of distillery effluent for crop production and improving soil fertility. *Proc. Nat. Symp. Sustain. Agric. in Subhumid Zone. University of Agriculture and Technology, Pantnagar Nainital, India.*
- Tejada, M., García-Martínez, A. M., y Parrado, J. (2009). Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. *Catena*, 77(3), 238-247
- Valenzuela, J.F., Velasco, O.H., y Márquez, M.A. (2003). Desarrollo Sustentable del Agave Mezcalero en Durango. Primera Edición. SEP-SEIT-DGETA-CBTA171-ITAN°1-SAGDR-Gobierno de Estado de Dgo.

Vlyssides, A. G., Israilides, C. J., Loizidou, M., Karvouni, G., y Mourafeti, V. (1997). Electrochemical treatment of vinasse from beet molasses. *Water Science and Technology*, 36(2-3), 271-278.

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA GALLETA LIBRE DE GLUTEN

MÓNICA RIVERA RIVERA^{1.}, MARTHA PATRICIA VALENCIA PÉREZ² , GELASIO CARLOS MARTÍNEZ^{3.}

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación microbiológica y determinar el valor nutricional de una galleta libre de gluten. Se obtuvieron harinas de maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oriza sativa* L.) y polvo de cáscara de piña (*Ananás Comosus* L.), se les realizó un análisis químico proximal y determinación de color. Las galletas se elaboraron de acuerdo a la formulación 60-40% harina de maíz y harina de arroz respectivamente adicionando 8 g de polvo de cáscara de piña; las galletas presentaron valor energético promedio de 490.59 Kcal, bajo contenido de humedad (4.02-4.09%), proteínas (10.31-10.66%) y alto contenido de grasas (21.39-22.74%) y carbohidratos (62.08-63.14), los resultados se atribuyen a la naturaleza de las materias primas. Los resultados del análisis microbiológico confirman la ausencia de microorganismos por el bajo contenido de agua en las galletas. Con los resultados obtenidos, se pretende ofrecer un producto de calidad al consumidor. Además del aprovechamiento de los residuos de la piña como un potencial ingrediente alimenticio.

Palabras claves: Gluten, galleta, microbiológico

ABSTRACT

*The objective of the present work was the microbiological evaluation and to determine the nutritional value of a gluten-free cookie. Corn flours (*Zea mays* L.), rice (*Oriza sativa* L.) and pineapple peel powder (*Ananas Comosus* L.) were obtained, a proximal chemical analysis and color determination were performed. The cookies were prepared according to the formulation 60-40% corn flour and rice flour respectively adding 8 g of pineapple peel powder; the cookies presented average*

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. monicari_ri@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México/Instituto tecnológico de Tuxtepec.

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto tecnológico de Tuxtepec.

energy value of 490.59 Kcal, low moisture content (4.02-4.09%), protein (10.31-10.66%) and high content of fats (21.39-22.74%) and carbohydrates (62.08-63.14), the results were attributed to the nature of raw materials. The results of the microbiological analysis confirm the absence of microorganisms due to the low water content in the cookies. With the results obtained, it is intended to offer a quality product to the consumer. In addition to the use of pineapple residues as a potential food ingredient.

Keywords: Gluten, cookies, microbiological

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los hábitos alimenticios de muchas poblaciones se deben principalmente a la intolerancia de ciertos alimentos, aunque la mayoría de las alergias provocan síntomas relativamente leves y de poca gravedad, algunas alergias a los alimentos pueden generar reacciones graves e incluso de riesgo vital. La enfermedad celíaca (EC) es un trastorno crónico intestinal más frecuente que existe. Se trata de una patología multisistémica de mecanismo inmunitario que se desarrolla en individuos genéticamente susceptibles [Tonutti, 2014] que, en respuesta a factores ambientales desconocidos, desarrollan una respuesta inmune que posteriormente se desencadena por la ingesta del gluten [Lebwohl et al., 2018] presentes en el trigo, la cebada, el centeno y las variedades híbridas de estos cereales. Ésta patología se da cuando el sistema de defensa natural del organismo reacciona contra el gluten atacando las paredes del intestino delgado. Sin paredes intestinales sanas, el cuerpo no puede absorber los nutrientes que necesita teniendo como consecuencia retrasos en el crecimiento y deficiencias nutricionales [Green et al., 2015].

El gluten se compone por dos clases principales de proteínas: gliadina (una prolamina) y glutenina (una glutelina); ambas son las responsables de dar forma, firmeza y textura al pan y a otros productos elaborados con granos. La elasticidad, extensibilidad, retención de gas y la tolerancia de la mezcla dependen de esta matriz. De acuerdo con [Villanueva 2017], su efecto tóxico no se reduce por la desnaturalización de la proteína durante el horneado o la hidrólisis enzimática a los péptidos. El tratamiento de la enfermedad celíaca consiste en eliminar

permanentemente la ingesta de productos que contienen gluten, entre los cereales considerados aptos para consumo por la población celíaca se encuentra el maíz, el arroz y el sorgo y que han sido objetos de estudios para intentar sustituir al trigo en la formulación de productos panificados, siendo el arroz el más utilizado. Esto es debido a que, por su bajo contenido en pro láminas, su carácter hipo alergénico, sabor insípido, bajo contenido en sodio y alto contenido de carbohidratos de fácil digestión, lo transforman en un cereal especialmente apto para celíacos [Sánchez et al., 2008]. Su consumo asciende a 8.5 Kg per cápita al año de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2018.

El maíz (*Zea mays* L.), perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta anual de gran talla, dotada de un amplio sistema radicular fibroso y se reproduce por polinización cruzada. Es un cereal ampliamente utilizado en el mundo entero tanto para consumo humano como para alimentación animal [Vega et al., 2006]. En año 2017, México se posicionó como el quinto productor mundial con un volumen de producción equivalente a 27,762,481 toneladas [SIAP, 2018]. La utilización de harina de maíz en productos de panificación es limitada por carecer de las proteínas que componen al gluten. Por este motivo no se puede lograr el volumen y la calidad de textura que se obtiene con la harina de trigo [Edel, 2007], por lo cual debe combinarse con harinas panificables [Hoyos, 2015]). La harina de maíz, al carecer de gluten, sirve de base de harinas panificadoras para los enfermos celíacos, al igual que las harinas de arroz, quínoa, soya y mandioca [Vega et al., 2006)].

El desarrollo de productos seguros para la población celíaca es un campo extenso de estudio, pues se ha identificado que alrededor del 3% de la población mundial padece esta patología [Hoyos, 2015].

Las galletas son productos muy populares que proporcionan buena de energía y ampliamente consumidas en el mundo, son elaboradas con harinas de trigo y otros cereales, que contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de alto contenido de fibra. Se han realizado diversos estudios en harinas de maíz y arroz como alternativa del trigo en la formulación de productos de panificación mediante una combinación de almidones, fibras, gomas, emulsionantes y proteínas que ayuden a conferir las

propiedades del gluten. Además de que existe un gran interés por parte de la industria en el aprovechamiento de los subproductos alimentarios provenientes de las industrias de procesamiento de alimentos, por representar una fuente de beneficio económico debido a las posibilidades de desarrollo de nuevos productos o la incorporación de los componentes de estos residuos en el enriquecimiento de un alimento, tal es el caso de los residuos agroindustriales de la cáscara de piña, equivalente a un 45% del total de cada fruta procesada [Montoya, 2017]. Los polvos obtenidos a partir de los residuos han sido de interés general por su alto contenido de fracciones de fibra dietética soluble e insoluble, a las que se han relacionado con muchos beneficios para la salud [Hoyos et al., 2015] y los cuales son útiles y aplicables para enriquecer los alimentos, reemplazar harinas, desarrollo de productos saludables bajos en calorías, colesterol y grasa. Por todo lo anterior en el presente trabajo de investigación se realizará la evaluación microbiológica y determinación del valor nutricional de galleta libre de gluten utilizando harinas de maíz y arroz, enriquecidas con polvo de cáscara de piña.

DESARROLLO

Materias primas

Se recolectaron las muestras de Maíz tepezintle (*Zea mayz* L.) de Ayotzintepec Oaxaca, Arroz (*Oryza sativa*) de la Granja Veracruz y cáscara de piña (*Ananas comosus*) de Loma Bonita Oaxaca; los cuales se trasladaron al laboratorio básico de bioquímica del Instituto Tecnológico de Tuxtepec para retirar todo tipo de material extraño presente y seleccionando las mejores muestras.

Obtención de harinas

Harina de maíz

Los granos de mejor calidad se sometieron a un secado por 24 horas en una estufa de charolas a 60 °C. Se realizó una molienda gradual en un molino de mano marca Estrella y la harina se obtuvo a través de un tamizado con un tamiz malla número 40.

Harina de arroz

Los granos de arroz se molieron gradualmente en un molino de mano marca Estrella, la molienda obtenida fue tamizada en un tamiz malla número 40.

Polvo de la cáscara de piña

Se realizó un lavado de las cáscaras de piñas en solución de cloro al 1% por 5 min y se cortaron en tamaños de 2x2 cm. Para retirar el exceso de humedad se exprimió en tela pañalina y se colocaron uniformemente en charolas de acero inoxidable, las cuales se sometieron a un proceso de secado por 36 a 80°C. Las muestras secas se molieron en un mini-vaso ahorrador Rosan con cuchilla marca Oster y la molienda se tamizó en un tamiz malla número 40.

Las harinas se conservaron en bolsas de polietileno Ziploc para su posterior uso.

Materiales para elaboración de galleta libre de gluten

Harina de arroz, harina de maíz, polvo de cascara de piña, sal, saborizante, margarina flex, azúcar, polvo para hornear, charolas, espátulas, moldes, horno, báscula y bolsas de polietileno.

Elaboración de galletas libres de gluten

Las galletas se elaboraron en base a la formulación (40-60) porcentaje de harina de arroz y harina de maíz. Para calcular el porcentaje del polvo de cáscara de piña (8%) se tomó como base de la suma de las harinas de arroz y maíz como el 100%. Se amasaron todos los ingredientes, se pesaron de 5 gramos de la mezcla, con la ayuda de un cortador de galletas se obtuvieron uniformidad en las galletas y se colocaron en charolas de acero inoxidable. Posteriormente el proceso de horneado se realizó a una temperatura de 120 °C durante 20 minutos. Las galletas se dejaron enfriar para después proceder al empaquetado.

Empaquetado de las galletas libres de gluten

Se elaboraron en total 45 galletas y se empaquetaron en 9 bolsas polietileno Ziploc con 5 piezas cada una, divididas en tres secciones T1(X1, X2 y X3); T25

(Y1, Y2 y Y3) y T50 (Z1, Z2 y Z3). Las muestras se almacenaron a temperatura ambiente (30 °C) por un periodo de 50 días.

Análisis químico proximal de galletas libres de gluten

La composición química proximal de la galleta libre de gluten se determinó por triplicado de acuerdo a los métodos de la AOAC [2005]: humedad (925.10), cenizas (923.03), grasas (920.39) y proteínas (920.87). El contenido de fibra cruda se determinó por digestión ácido-alcalina (925.08) y el contenido de carbohidratos se calculó por diferencia siguiendo el método utilizado por Ho [2016]. La cantidad de energía se calculó utilizando los factores de conversión descritos en el apartado 8.12 (cálculo de nutrimentos) de la NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008.

Determinación color

El color de las harinas de maíz, arroz, cascara de piña y de las galletas se determinó mediante un colorímetro (HunterLab, UltraScan® Vis, Estados Unidos de América). El equipo instrumental fue calibrado con un estándar blanco.

Análisis microbiológico

Se realizó por el método para la cuenta de hongos y levaduras en alimentos de la NOM-247-SSA1-2008. El método se basa en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la caracterización químico proximal se analizaron mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA) de una vía, utilizando el programa estadístico Estadística versión 10.

Tabla 1. Químico proximal de las diferentes harinas Valores promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar.

Muestras			
Componente %	Harina de maíz	Harina de arroz	Polvo de cáscara de piña
Humedad	12.49 \pm 0.11	9.79 \pm 0.33	5.77 \pm 0.13
Cenizas	1.61 \pm 0.00	1.43 \pm 0.24	1.52 \pm 0.23
Grasas	3.92 \pm 0.22	2.33 \pm 0.66	0.85 \pm 0.13
Proteínas	9.88 \pm 0.06	7.70 \pm 0.11	6.69 \pm 0.33

RESULTADOS

Caracterización químico proximal de las harinas

Los resultados de la caracterización químico proximal de las harinas de Maíz tepezintle (*Zea mays* L.) de Ayotzintepec Oaxaca, Arroz (*Oryza sativa*) de la Granja Veracruz y polvo de la cáscara de piña (*Ananas comosus*), se presenta en la siguiente tabla:

Cabe mencionar que los resultados obtenidos de humedad en las diferentes harinas analizadas se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la NOM-247-SSA1- 2018, donde establece como máximo 15% de humedad en harinas de cereales, lo cual representa una ventaja significativa en la vida de anaquel de las harinas. En relación al contenido de grasa en las diferentes harinas los valores obtenidos son mínimos debiéndose a las propiedades propias de la materia prima. En cuanto al contenido de proteínas en las muestras de harinas son similares a lo reportado por los autores como: Umaña et al., [2013] quien reportó un contenido de proteínas de 6.19% en polvo de cáscara de piña, mientras Sánchez et al., [2008] reportó un contenido de 6.67- 10.9% de proteínas de siete genotipos de arroz y Edel [2007] reportó un mínimo de 8.0% de proteínas de harina de maíz integral de acuerdo con las especificaciones de Codex Alimentarius.

Caracterización químico proximal de las galletas libre de gluten

Los resultados obtenidos son de tres muestras diferentes analizadas en diferentes periodos (día 1, 25 y 50) en un lapso de 50 días de almacenamiento a temperatura ambiente (30°C) en bolsas de polietileno.

Tabla 2. Composición químico proximal de las galletas en diferentes periodos (T1, T2 y T3).

Componente %	Muestras		
	Galletas T ₁	Galletas T ₂	Galletas T ₃
Humedad	4.02±0.22	4.04±0.43	4.09±0.33
Cenizas	0.78±0.14	0.77±0.03	0.78±0.09
Grasas	21.39±0.45	21.82±0.02	22.74±0.75
Proteínas	10.66±0.85	10.48±0.47	10.31±0.30
Fibra cruda	1.16±0.15	1.16±0.19	1.16±0.03
Carbohidratos	63.14±0.10	62.89±0.44	62.08±0.14

Valores promedio de tres repeticiones ± desviación estándar. T1= día 1, T2= día 25 y T3= día 50

En general el componente que se encuentra en mayor porcentaje son los carbohidratos, seguido de grasas, proteínas, humedad y cenizas. En relación al % de humedad se ve ligeramente aumentado pudiéndose deber a factores como manejo de la muestra, tipo de empaque y el periodo de almacenamiento. También es importante mencionar que los resultados obtenidos de % humedad son inferiores al 6% establecido por la NMX-F-006-1983. El contenido de fibra cruda como de cenizas se mantuvieron constantes durante toda la prueba

En relación al contenido de grasas se tuvo un ligero incremento con respecto al tiempo de almacenamiento pudiéndose deber al tipo de margarina utilizada o a la permeabilidad del empaque. Cabe mencionar que los resultados obtenidos se encuentran por encima del mínimo recomendado por la NMX-F-006-1983 de 15% en el caso de galletas finas, pero inferior a lo reportado por Ikuomola et al., [2017]

en galletas producidas a partir de mezclas de harina de trigo (WF) y salvado de cebada malteada (MBB) en diferentes proporciones de 100/0, 95/5, 90/10, 80/20 y 50/50 obteniendo 29.86–32.36% de grasa.

Los valores de proteína obtenidos en los diferentes tiempos muestran una ligera variación que podría relacionarse con la desnaturalización de las proteínas durante su almacenamiento asociado con la variación de humedad, por otro lado, el contenido de proteínas es similar a lo reportado por Román [2006] que reportó 8.15% de proteínas en galletas con fibras de cereales. El componente que se encuentra en mayor porcentaje son los carbohidratos lo cual se atribuye a la composición y valor nutricional de las harinas de maíz y arroz al ser considerados buenas fuentes de energía por su alto contenido de hidratos de carbono (almidón).

Valor energético de las galletas libres de gluten

El valor energético por cada 100 g de galletas libre de gluten se muestra en la tabla 3. La cantidad de energía declarada se calculó utilizando los factores de conversión descritos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008 Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. En su apartado 8.12 cálculo de nutrimentos

Tabla 3. Valor energético de galletas libre de gluten por 100 gr

Galletas Libres de Gluten	
Valor energético (Kcal)*	490.59
Origen:	
Carbohidratos	250.81
Proteínas	41.93
Grasas	197.85

El

valor energético se determinó en T2= día 25

El valor energético de las galletas se determinó en el día 25 (T2= día 25), obteniendo una energía de 490.59 Kcal/100g, de los cuales 250.81 Kcal corresponden a los carbohidratos, seguido de los lípidos con 197.85 Kcal y el restante de proteínas. El resultado se encuentra cercano a valores reportados por Ikuomola et al., [2017] quien reportó valores energéticos entre 509.98 y 525.05 kcal/100 g en galletas elaboradas a partir de mezclas de salvado de harina de trigo y cebada malteada (*Hordeum vulgare*) y 439.2 kcal/100g en galletas elaboradas con fibras de cereales [Román, 2006]. La incorporación de polvo de cáscara de piña puede ayudar a aumentar la ingesta de fibra dietética y reducir las calorías de las galletas, brindando un beneficio nutricional al consumidor.

Color de las harinas y galletas libre de gluten

Los resultados de los parámetros de color (L^* , a^* , b^* y ΔE), obtenidos en las muestras de harinas de maíz, arroz, polvo de cascara de piña y galletas libre de gluten La harina de maíz presentó un valor $L^*=76.70$, valor muy cercano al hallado en harina de arroz ($L^*=78.31$), $L^*=46.57$ y 53.89 , en polvo de cáscara de piña y galletas, respectivamente. El parámetro a^* fue -0.75 en harina de maíz, -0.12 en

harina de arroz, 8.20 en polvo de cáscara de piña, con respecto a la tonalidad de rojo (+a*) a verde (-a*) en las galletas, el resultado se halló en el intervalo de la tonalidad roja, con un valor a*=7.06 y el parámetro b* fue de 6.41, 7.14 y 25.11 para la harina de maíz, harina de arroz y polvo de cáscara de piña, respectivamente. En el caso de las galletas tuvo un valor b*=25.40. Las diferencias en el color en las muestras se percibieron en los valores de ΔE que fueron 23.77, 22.42, 59.23 y 52.75 para la harina de maíz, harina de arroz, polvo de cáscara de piña y galletas, respectivamente.

Se puede observar que los parámetros de color obtenidos en las harinas de maíz y arroz son muy semejantes presentando una tendencia al color blanco. Mayorga [2013], obtuvo valores de L*=79.6, a*=2.0 y b*=24.9 en fibra dietética a partir de un subproducto industrial de piña y su aplicación en un producto alimenticio. Se puede atribuir el color amarillo a la caramelización del azúcar en el secado de la cáscara de piña o a una reacción de Maillard que causo el pardeamiento durante el horneado [Ho, 2016], a alta temperatura (120°C) y la presencia de compuestos amarillos inestables (pigmentos) durante la cocción [Chía, 2015].

Valores promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar. ND= no determinado

Análisis microbiológico

En la tabla 5 se muestran los resultados del recuento total de UFC de mohos y levaduras realizado a las galletas en el día 50 de almacenamientos de acuerdo a las especificaciones de la NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación.

Tabla 5. Resultados de análisis microbiológico de las galletas

Análisis Microbiológico	Resultados	Especificaciones
Recuento total de UFC de mohos y levaduras /g	<100 UFC/g	300 UFC/g

*El análisis microbiológico se realizó en T3= día 50.

El análisis microbiológico realizado a las galletas refleja que se encuentra dentro de los parámetros permitidos, garantizando la inocuidad y seguridad alimentaria, esto se debe a que el %humedad en las galletas es muy bajo inhibiendo el crecimiento de microorganismos.

CONCLUSIONES

Los resultados de la composición químico proximal de las galletas libre de gluten en diferentes periodos (T1, T25 y T50) se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NOM-F-006-1983. Las galletas mantienen un contenido de humedad de 4.09% al cumplir el día 50, este indicador es fundamental para evitar el crecimiento de microorganismos y características no deseables en alimentos. Para descartar la presencia de microorganismos se realizó análisis microbiológico a las galletas al cumplir los 50 días de almacenamiento los cuales cumplen con las especificaciones de la NOM-247-SSA1-2018. Las galletas libres de gluten presentan un alto valor energético de 490.59 Kcal/100 g, con mayor aporte de carbohidratos por la naturaleza de las harinas de los cereales utilizados en la formulación, las caracterizan por su alto contenido de carbohidratos. Los altos porcentajes de grasa (21.39%-22.74%) obtenidos en las galletas podría representar un factor inconveniente al consumidor y podrían emplearse sustitutos de grasas con menor contenido calórico, tal es el caso del almidón procesado, al absorber el agua y proporcionar lubricidad y cuerpo a las galletas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA
- Badui S. D. (2006). *Química de los alimentos*. 4 ed. Pearson Educación. México.
- Chia, S. L., & Chong, G. H., (2015). Efecto del secado en tambor sobre las características físico-químicas de la cáscara de la fruta del dragón (*Hylocereus polyrhizus*). *Revista Internacional de Ingeniería de Alimentos*, 11, 285 - 293.
- Díaz S., R., & Hernández G., M. (2012). Elaboración de galletas como alternativa para la soberanía alimentaria en la región amazónica colombiana. *Vitae*, 19 (1), S273-S275.
- Edel León A., & Rosell C. M., (2007). *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. 1a ed. Córdoba, Argentina.
- Green P. H. R., Lebowl B., Greywoode R. (2015) Celiac disease. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 135 (5) ,1099-1106.
- Ho L. H. & Abdul Latif N. W. (2016). Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends, *Cogent Food & Agriculture*, 2:1, 1-10
- Hoyos Sánchez, D., Peña, P., & Giselle, A. (2015). Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación. Cali, Colombia.
- Ikuomola D. S., Otutu O. L., Oluniran D. D. & Yildiz F., (2017). Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends, *Cogent Food & Agriculture*, 3(1), 1-12.
- Lebowl B., Sanders D. S., & Green P.H. R. (2018). Coeliac disease. *Journal Lancet*. (391): 70–81.
- Mayorga Gross, A. L. (2013). Desarrollo de fibra dietética a partir de un subproducto industrial de piña y su aplicación en un producto alimenticio.
- Montoya Pérez, L., & Durán Herrera, J. E. (2017). Producción de Hidrógeno a partir de la fermentación de residuos agroindustriales de la piña. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(3), 106-118.
- NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y Servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

- Román M., M., & Valencia G., F. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, 13 (2), 36-43.
- Sánchez, H., González, R., Osella, C., Torres, R., & Torre, M. (2008). Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extrudidas. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 6 (2), 109-116.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. Primera edición, 2018. México.
- Tonutti T., & Bizzaro N. (2014). Diagnosis and classification of celiac disease and gluten sensitivity. *Autoimmunity Reviews*. (13): 472-476.
- U.S. Food and Drug Administration (2017). Alergias a los alimentos. Lo que usted debe saber.
- Umaña, J., Álvarez, C., Loperay, S. M., & Gallardo, C. (2013). Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. *Revista alimentos hoy*, 22(29), 36-46.
- Vega Gálvez, A., Lara Aravena, E., & Lemus Mondaca, R. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 26 (4), 821-827.
- Villanueva Flores, R. (2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*. (35): 183-194.

MOVILIDAD URBANA Y SOSTENIBLE EN LA CIUDAD VICTORIA DE DURANGO.

CHRISTIAN EMMANUEL VÁZQUEZ GARCÍA¹, ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO²,
MARÍA QUETZALCHIHUATL GALVÁN ISMAEL³.

RESUMEN

Los proyectos de ciudades inteligentes son una realidad en todo el mundo. El objetivo principal de este artículo es presentar los resultados obtenidos en la tesis “Movilidad urbana sostenible e inteligente en la ciudad Victoria de Durango, Dgo.” Cuya finalidad principal fue la de elaborar un diagnóstico de la movilidad urbana de la ciudad, como factor de desarrollo para su transformación en una ciudad inteligente. Lo anterior considerando los requisitos necesarios para la conformación de ciudades inteligentes en el eje de movilidad inteligente, el cual resulta ser importante para el desarrollo y crecimiento de este tipo de ciudades. La metodología utilizada en la recolección de información fue de tipo mixto; considerado la Rueda de las Ciudades Inteligentes de Boyd Cohen, la Norma ISO 37120:2014 y el Índice de Ciudades en Movimiento (ICIM) considerando de estas tres fuentes solo aquellos indicadores del eje de movilidad y seleccionado para la elaboración del diagnóstico aquellos que podrían ser aplicables a la ciudad. Aquí se expondrán los resultados más importantes con relación a las situaciones que afectan principalmente la movilidad en la ciudad Victoria de Durango.

Palabras clave: Ciudades inteligentes, Movilidad inteligente, Rueda de las Ciudades Inteligentes, Norma ISO 37120:2014, Índice de Ciudades en Movimiento.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. vazquezgarciachristian@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. Adrianamurillo1311@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. qgalisma@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de esta investigación fue conocer la situación actual de la movilidad de la ciudad Victoria de Durango, tomando como referencia los requisitos que se necesitan para la conformación de una ciudad inteligente, en el área de movilidad; ya que al considerar los resultados de la ejecución de la movilidad inteligente en cualquier ciudad; permite el crecimiento y desarrollo de estas, una logística eficiente en el desplazamiento de los usuarios y mercancías en cualquier tipo de transporte y en los desplazamientos a pie de los usuarios; medidas que contribuyen al ahorro de energía, combustible, tiempo y economía, impactando de forma directa en la conservación del medio ambiente. Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) en España; sugieren que “La movilidad de una ciudad inteligente considerando el ámbito geográfico se recomienda para municipios de más de 50 000 habitantes, y que con base a la ley 7/1985, tienen la obligación de prestar servicios de transporte público” (López Lambas & La Paix Puello, 2008). Considerando el Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año 2010, la ciudad Victoria de Durango contaba con 518 709 habitantes y para el año 2015 en la encuesta intercensal el número de habitantes fue de 654 876 (INEGI, 2015). Tomando como referencia el número de habitantes de la ciudad en el año 2010 y dividiéndolo entre el número de habitantes registrados en el años 2015, se puede decir que el 79.20% de la población total del municipio de Durango vive en la ciudad Victoria de Durango, por lo cual se espera que esta investigación aporte ideas y acciones que sirvan de apoyo en la generación de las políticas públicas necesarias que favorezcan al crecimiento y desarrollo de la ciudad, también los organismos municipales y estatales de la ciudad contarán con un diagnóstico de la situación actual de la movilidad urbana, herramienta con la cual podrán entonces diseñar aquellos programas, proyectos y estrategias para mejorar la movilidad de la ciudad; a nivel social se puede decir que el beneficio para los habitantes impactara en la manera en la que se desplazan dentro de ella, la productividad laboral, el flujo vehicular dentro y fuera de la misma, los costos del transporte y combustible y del medioambiente que los rodea, disminuyendo el daño que generan en el ambiente las emisiones de CO2 y la contaminación auditiva; ya que con el crecimiento de la

ciudad y su urbanización, se observan cada vez más usuarios de los diferentes medios de transporte que exigen una movilidad urbana que permita realizar las actividades cotidianas con rapidez y eficacia. Asegurando que la ciudad Victoria de Durango en este caso será más sustentable y menos sensible a la problemática que se presenta sobre todo en las crisis económicas, políticas y laborales. Es importante señalar que los errores de urbanización se cometen cuando no se cuenta con el estudio preliminar adecuado, obstaculizando el desarrollo de una movilidad más eficiente, con la cual se pueden resolver aquellos problemas de transporte y congestión vial de la ciudad.

MATERIALES Y METODOS NORMA ISO 37120:2014

En la norma ISO 37120:2014 se establecen los estándares de las ciudades inteligentes; se compone de 100 indicadores, de entre los cuales 46 se consideran indispensables y 54 recomendables. Así mismo la misma norma establece 17 áreas a evaluar: economía, educación, energía, ambiente, finanzas, incendios y capacidad de respuesta, gobernanza, salud, recreación, seguridad, albergue, desperdicios sólidos, telecomunicaciones e innovación, transporte, planificación urbana, aguas residuales y agua y sanidad. En la tabla 1 se muestran las categorías y los indicadores que contempla la norma ISO en la dimensión de movilidad inteligente.

Tabla 1. Indicadores de movilidad inteligente con base en la norma ISO 37120:2014.

Dimensión	Categoría	Indicador
MOVILIDAD INTELIGENTE	Seguridad	Cantidad de accidentes de tránsito por cada 1 000 habitantes
	Eficiencia	Cantidad de kilómetros de vías para bicicleta, por cada 100 000 habitantes
		Cantidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos
	Transporte público	% de viajes en transporte público/total de viajes
		Integración tarifaria del sistema de transporte público
		Densidad de la red de transporte público (m/km ²)
		Cantidad de estaciones de metro por cada 100 000 habitantes
		Cantidad de autobuses activos por cada 100 000 habitantes
	Tácticas a tiempo real	Definición de precios en función de la demanda. S/N
		Información en tiempo real, por puntos del 1 al 5 en las siguientes categorías: Bus, Trenes metropolitanos, Metro, Rapid Transit Systems (Tram, BTR, etc.) y Sharings Models (Bike, car, etc.)

Fuente: Elaborada con datos de Todo sobre Ciudades Inteligentes (Correia Carballo, 2017)

Rueda de Boyd Cohen

En año 2011 Boyd Cohen desarrolló un sistema conocido como la Rueda de las Ciudades Inteligentes, misma que ha sido tomada como base de definición y medición para distintos autores y empresas como: Fast Co Exist, UBM Future Cities, entre otras y a las administraciones que se relacionan con el desarrollo de las ciudades inteligentes. La rueda de Boyd Cohen es una herramienta que permite conocer el estado de una ciudad inteligente, por medio de ciertos indicadores; para poder establecer objetivos y medir el progreso de una ciudad. Esta Rueda tiene su fundamento en la norma ISO 37120:2014. Los indicadores están clasificados con base a los 6 tipos de inteligencia que se concentran en la Rueda de Boyd Cohen que son: medioambiente, economía, gobierno, movilidad, formas de vida y sociedad, comprendiendo de esta manera todas las variables e indicadores que conforman un proyecto de ciudad inteligente, la clasificación anterior ha sido tomada como la más válida hasta la fecha para este tipo de ciudades. En la tabla 2 se muestran los indicadores que se consideran en el eje de movilidad en la Rueda de Boyd Cohen.

Tabla 2. Indicadores de movilidad con base en la Rueda de Boyd Cohen.

Eje	Componente	Indicador	Descripción
MOVILIDAD	Transporte Eficiente	Transporte público limpio	% de uso de Transporte público sin emisiones
	Acceso Multi-Modal	Uso del transporte público	% de viajes en transporte público/total de viajes
	Infraestructura Tecnológica	Información en tiempo real	Cantidad de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real

Fuente: Elaborada con datos de (Iruñeko Udala, 2017)

Índice Cities in Motion

El ICIM es un indicador que ayuda a los ciudadanos y a las administraciones públicas a comprender el desempeño de las ciudades en diez dimensiones clave que son: capital humano, cohesión social, economía, gestión pública, gobernanza, medioambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional y tecnología. Debido a que cada ciudad es única y posee necesidades y oportunidades propias, por lo que es importante que cada una de ellas cuente con un plan para sí mismas estableciendo sus prioridades y optimizando su flexibilidad para adaptarse a los cambios. En la tabla 3 se muestran los indicadores de movilidad y transporte que considera el ICIM.

Tabla 3. Indicadores de movilidad y transporte del ICIM.

N°	INDICADOR	DESCRIPCION Y UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE
41	Índice de tráfico	El índice de tráfico se estima considerando el tiempo consumido en el tráfico y la insatisfacción que genera. También incluye estimaciones de consumo de CO ₂ y resto de ineficiencias del sistema de tráfico.	Numbeo
42	Índice de ineficiencia	El índice de ineficiencia es una estimación de las ineficiencias en el tráfico. Los valores elevados representan altas ineficiencias en conducción, como tiempos de viaje largos.	Numbeo
43	Número de accidentes en carretera	Número de accidentes en carretera por cada 100 000 habitantes.	Euromonitor
44	Metro	Número de estaciones de metro por ciudad.	2thinknow
45	Vuelos	Número de vuelos de entrada y salida (rutas aéreas) en una ciudad.	2thinknow
46	Modo de transporte	El modo de transporte representa las opciones de transporte público para las ciudades inteligentes. El valor de la variable aumenta si existen mayores opciones de transporte. La falta de opciones de transporte puede reducir el atractivo de una ciudad como destino inteligente.	2thinknow
47	Índice de tráfico para desplazarse al trabajo	Índice de tráfico considerando el tiempo de viaje hacia el trabajo.	Numbeo

Fuente: Elaborada con datos del Índice IESE Cities in Motion (Berrone & Ricart, 2017)

Recopilación de la información

Para el diseño del instrumento de esta investigación se elaboró primeramente una tabla de indicadores de movilidad inteligente para la ciudad Victoria de Durango, tomando como base los indicadores para movilidad inteligente de la norma ISO 37120:2014 mostrados en la Tabla 1, los indicadores de movilidad con base a la Rueda de Boyd Cohen que se muestran en la Tabla 2 y los indicadores de movilidad y transporte del IESE de Cities in Motion que se muestran en la Tabla 3. De los indicadores de las tres tablas mostradas y mencionadas anteriormente se seleccionaron aquellos indicadores que se consideraron son aplicables para la ciudad dando como resultado los indicadores que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Indicadores de movilidad inteligente para la ciudad Victoria de Durango.

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN Y UNIDAD DE MEDIDA	
Seguridad	Cantidad de accidentes de tránsito por cada 1 000 habitantes.	
	Número de accidentes en carretera por cada 100 000 habitantes.	
Modo de transporte	Bicicleta	Cantidad de kilómetros de vías para bicicleta, por cada 100 000 habitantes.
	Público	% de viajes en transporte público/total de viajes.
		Integración tarifaria del sistema de transporte público.
		Densidad de la red de transporte público (m/km ²).
		Cantidad de autobuses activos por cada 100 000 habitantes.
		% de uso de Transporte público sin emisiones
		Cantidad de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real
	Definición de precios en función de la demanda. S/N	
	Privado	Índice de tráfico considerando el tiempo de viaje hacia el trabajo.
		Cantidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos.
Aero	Número de vuelos de entrada y salida (rutas aéreas) en una ciudad.	
Tácticas a tiempo real	Información en tiempo real, por puntos del 1 a 5 en las siguientes categorías: Autobús, taxi y Sharings Modes (Bike, car, etc.).	

Fuente: Elaborada con datos de (Correia Carballo, 2017), (Berrone & Ricart, 2017) e (Iruñeko Udala, 2017).

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiado para conocer la situación actual de la movilidad urbana en la ciudad Victoria de Durango, se procedió a la recolección de datos de las dimensiones o áreas de estudio y los indicadores. En esta etapa se consideró entrevistar a los directores(as) de las dependencias de gobierno municipal, estatal y regional relacionadas con el tema de

la movilidad urbana que son: La Secretaria de Comunicaciones y Transportes Durango (SCT), La Dirección Municipal de Seguridad Pública (DMSP), La Dirección General de Transportes del estado de Durango (DGT), La Dirección Municipal de Desarrollo Urbano (DMDU), La Dirección Municipal de Obras Públicas (DMOP) y La Dirección Regional Norte del INEGI. También se realizó contacto con los secretarios generales de las organizaciones sindicales de transporte urbano (Alianza y CTM). Esta parte de la investigación se dividió en dos partes: En la primera se realizó contacto vía telefónica con cada una de las organizaciones mencionadas anteriormente para obtener los nombres completos de los directores, directoras y secretarios generales a cargo de estas. En la segunda y contando con el dato anterior fue posible un contacto directo a través de una carta de presentación dirigida a cada uno de los titulares de las organizaciones anteriormente mencionadas, esta fue emitida por la M.C Adriana Eréndira Murillo coordinadora de la maestría en planificación y desarrollo empresarial, en esta carta se especifica el motivo del cuestionario que se les aplicará a cada una de las organizaciones; así como la finalidad de la información que se está buscando recopilar.

RESULTADOS

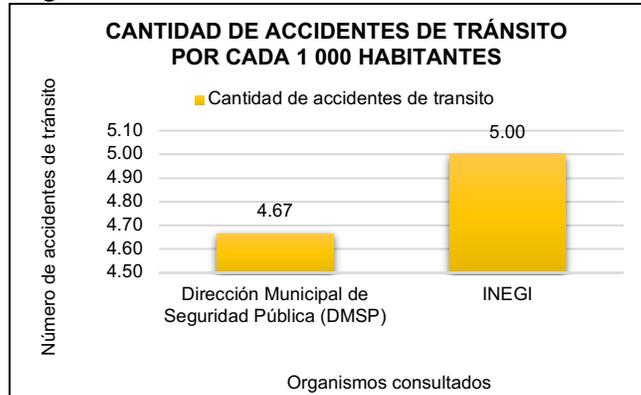
Con base en la tabla de indicadores generada para la ciudad Victoria de Durango. (Véase Tabla 4), se tienen los siguientes resultados en las distintas dimensiones de la movilidad urbana de la ciudad:

En la dimensión de seguridad

Cantidad de accidentes de tránsito por cada 1 000 habitantes: En el desarrollo de este indicador la Dirección Municipal de Seguridad Pública de la ciudad, refiere que anualmente en promedio la cantidad de accidentes es de 2 422, este total de accidentes se dividió entre 518.709 número que se utiliza para representar a la población de la ciudad, dando como resultado que anualmente por cada 1 000 habitantes suceden 4.67 accidentes de tránsito. De la misma manera el dato que proporcionó el INEGI fue de un total de 2 594 accidentes en el año 2016; este dato se dividió también entre 518.709, dando como resultado que en el año 2016 por

cada 1 000 habitantes sucedieron 5.00 accidentes de tránsito. La figura 1 muestra los resultados obtenidos.

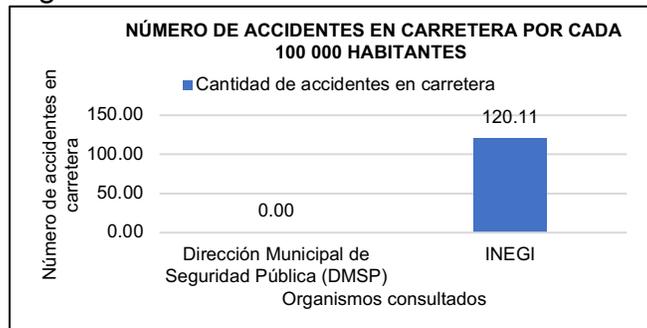
Figura 1. Cantidad de accidentes de tránsito.



Fuente: Elaborada con datos de (DMSP, 2017) e (INEGI, 2016).

Número de accidentes en carretera por cada 100 000 habitantes: La figura 2 muestra la cantidad de accidentes en carretera de la ciudad Victoria de Durango que suceden por cada 100 000 habitantes, para esto la Dirección Municipal de Seguridad Pública de la ciudad, refiere que este dato lo tiene la Policía Federal de Caminos y por lo tanto ellos lo desconocen. Por otro lado, el dato que proporciono el INEGI fue de 623 accidentes en el año 2016, este dato se dividió entre 5.18709; número que se utiliza para representar a la población de la ciudad, dando como resultado que en el año 2016 por cada 100 000 habitantes sucedieron 120.11 accidentes en carretera.

Figura 2. Número de accidentes en carretera.

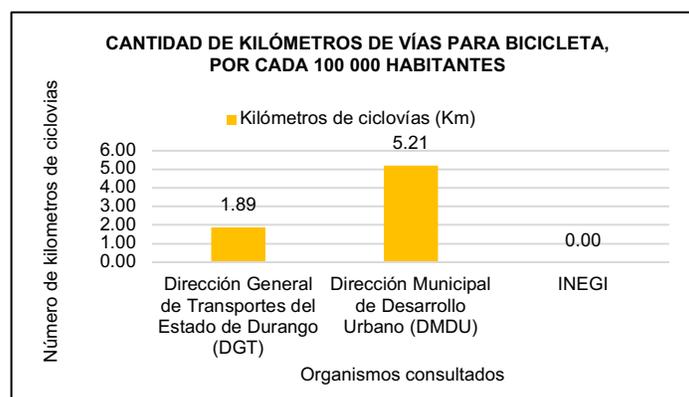


Fuente: Elaborada con datos de (DMSP, 2017) e (INEGI, 2016).

En la dimensión de modo de transporte Bicicleta

Cantidad de kilómetros de vías para bicicleta, por cada 100 000 habitantes: La figura 3 muestra la cantidad de kilómetros de vías para bicicleta de la ciudad Victoria de Durango por cada 100 000 habitantes; la Dirección General de Transportes de la ciudad, refiere que la cantidad de ciclovías es de 9.8 km, este total de kilómetros se dividió entre 5.18709 número que se utiliza para representar a la población de la ciudad, dando como resultado por cada 100 000 habitantes hay 1.89 km de ciclovías. El dato que proporcionó la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano de la ciudad fue de 27 km, este dato se dividió también entre 5.18709, dando como resultado que por cada 100 000 habitantes hay 5.21 km de ciclovías. El INEGI no considera este dato en ninguna de sus encuestas.

Figura 3. Cantidad de kilómetros de ciclovías.

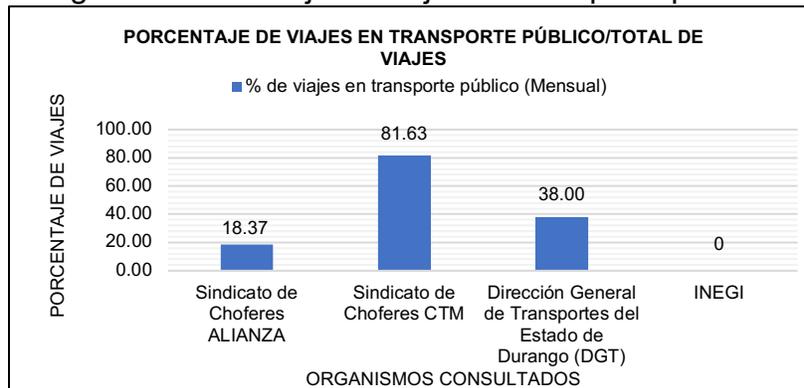


Fuente: Elaborada con datos de (DGT, DMDU; 2017).

Público

Porcentaje de viajes en transporte público/total de viajes: En la figura 4 se muestra el porcentaje de viajes en transporte público de la ciudad Victoria de Durango entre el total de viajes, la Dirección General de Transportes de la ciudad presenta un 38% mensual de viajes en transporte público, mientras que el sindicato ALIANZA presenta un total de 18.37%, el sindicato de la CTM presenta un 81.63% mensual y por último el INEGI no considera este dato en sus encuestas. Los porcentajes anteriores se obtuvieron considerando el total de viajes mensuales tanto del sindicato ALIANZA que refiere que el total de sus viajes es de 135 000, el sindicato de la CTM refiere que ellos realizan en promedio 600 000 viajes mensuales, la suma de viajes mensuales de los dos sindicatos es de 735 000, después se dividieron los viajes que presentó cada uno de los sindicatos entre la suma de viajes de los dos sindicatos dando así como resultado el porcentaje mencionado anteriormente para cada uno de los sindicatos; es importante mencionar que el porcentaje que presentó la DGT fue proporcionado tal cual y se utilizó solo para determinar si es una suma de los porcentajes obtenidos de los sindicatos de ALIANZA y CTM.

Figura 4. Porcentaje de viajes en transporte público.

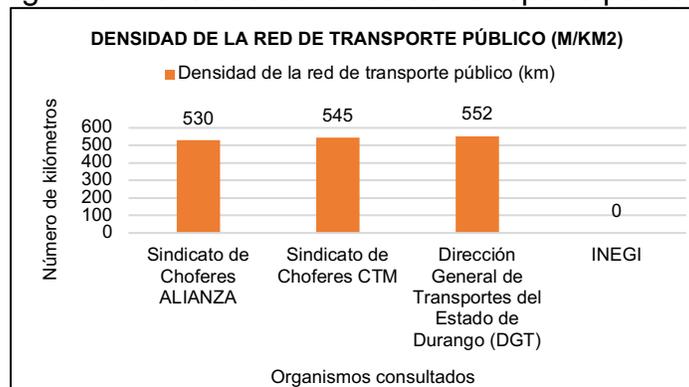


Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM, DGT; 2017).

Integración tarifaria del sistema de transporte público: Este indicador mide el porcentaje de autobuses y taxis que integran un medio de pago que se utilice para todos los servicios de transporte público y que permita a los usuarios realizar viajes en cualquier ruta, de cualquier modo y con cualquier operador. Los organismos consultados refieren que el 100% de todos los medios de transporte público de la ciudad Victoria de Durango utilizan como medio de pago el dinero en efectivo, aunque servicios de transporte público (taxis) de los sindicatos ALIANZA y CTM aceptan pagos con tarjetas de crédito y débito a través de distintas aplicaciones móviles que utilizan para este fin.

Densidad de la red de transporte público (m/km²): En la figura 5 se muestra la densidad de la red de transporte público de la ciudad Victoria de Durango en kilómetros, para obtener este dato se consultó a los sindicatos de ALIANZA Y CTM, la Dirección General de Transportes de la ciudad y el INEGI. El sindicato ALIANZA refiere que la densidad de la red de transporte público es de 530 km, el sindicato de la CTM proporcionó un dato de 545 km, la Dirección General de Transportes mencionó que la densidad de la red de transporte público es de 552 km; el INEGI no considera este dato en sus encuestas.

Figura 5. Densidad de la red de transporte público.

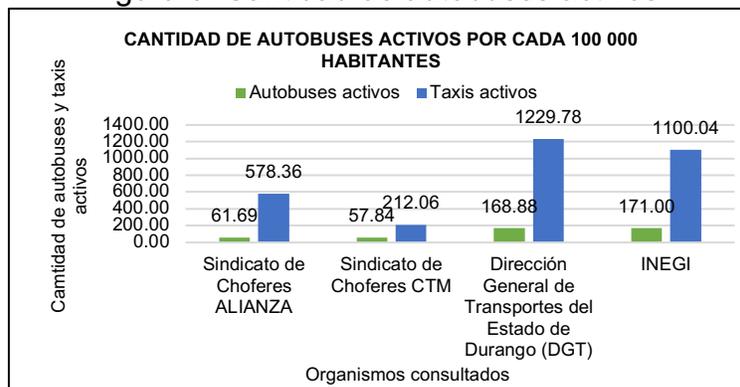


Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM, DGT; 2017).

Cantidad de autobuses activos por cada 100 000 habitantes: La figura 6 muestra la cantidad de autobuses y de taxis activos en la ciudad Victoria de Durango por cada 100 000 habitantes, para obtener este dato se consideraron el total de unidades de autobús y taxi que tienen registrados los sindicatos de ALIANZA y CTM, así como el dato que proporcionó la Dirección General de Transportes de la ciudad

y el INEGI, el sindicato de Alianza reporta que hay 320 autobuses activos y 3 000 taxis, el total de autobuses y taxis se dividió entre 5.18709 número que representa el total de habitantes de la ciudad dando como resultado 61.69 autobuses y 578.36 taxis activos. El sindicato de la CTM refiere un total de 300 autobuses y 1,100 taxis; al dividir el total de autobuses y taxis entre 5.18709, se tiene como resultado 57.84 autobuses y 212.06 taxis activos. Por otro lado, la Dirección General de Transportes indica que hay un total de 876 autobuses y 6 379 taxis, dando como resultado 168.88 autobuses y 1 229.78 taxis activos. Por último, el INEGI en el año 2016 refiere que hay un total de 887 autobuses y 5 706 taxis, dando por resultado 171.00 autobuses y 1 100.04 taxis activos. Los taxis fueron considerados para identificar el número que hay de estos por cada 100 000 habitantes, mismo que rebasa el número de autobuses en cada una de las instituciones a las cuales se consultó.

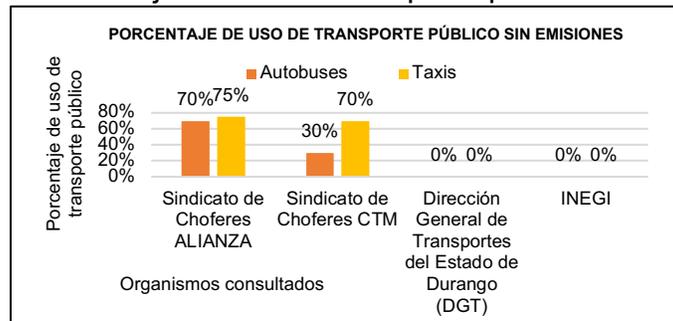
Figura 6. Cantidad de autobuses activos.



Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM; DGT; 2017) e INEGI (2016).

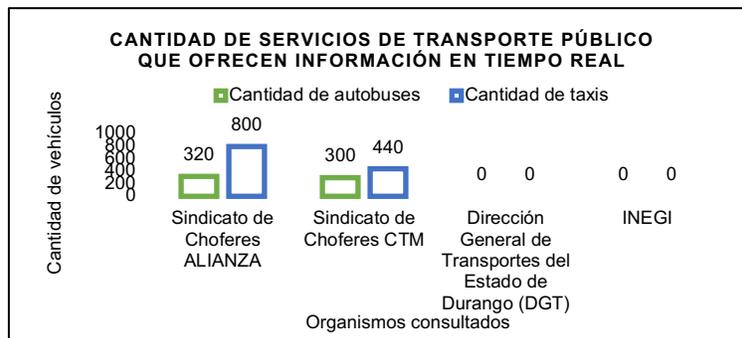
Porcentaje de uso de Transporte público sin emisiones: En la figura 7 se muestra el porcentaje de uso de transporte público (autobuses y taxis) de la ciudad Victoria de Durango que no genera emisiones (vehículos nuevos o de reciente modelo). El sindicato de ALIANZA refiere que hay un uso del 70% de un total de 320 autobuses activos modelo 2015-2018 y un 75% de 3 000 taxis activos; el sindicato de la CTM refiere que hay un uso del 30% de un total de 300 autobuses activos y del 70% de 1 100 taxis activos, que son de modelo reciente, la Dirección General de Transportes de la ciudad no tiene conocimiento de este dato y el INEGI tampoco lo considera en sus encuestas.

Figura 7. Porcentaje de uso de transporte público sin emisiones.



Cantidad de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real: La figura 8 muestra la cantidad de servicios de transporte público (autobuses y taxis) de la ciudad Victoria de Durango que ofrecen información en tiempo real como ubicación, tiempo de viaje, información del conductor, costo del viaje; entre otras. El sindicato ALIANZA refiere que cuenta con 320 autobuses y 800 taxis que ofrecen información en tiempo real, el sindicato de la CTM cuenta con 300 autobuses y 440 taxis que ofrecen información en tiempo real; la Dirección General de Transportes de la ciudad no aportó dato alguno y el INEGI no considera esta información dentro de sus encuestas.

Figura 8. Cantidad de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real.

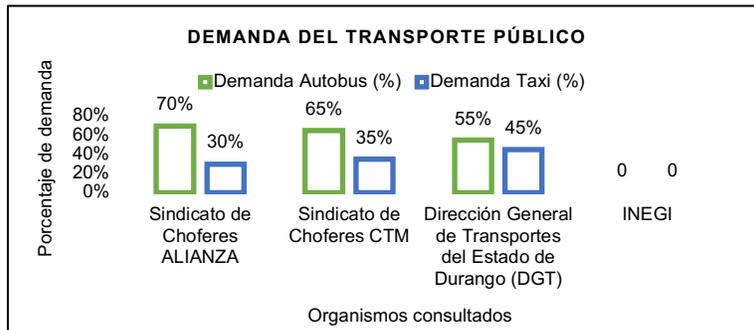


Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM; 2017).

Definición de precios en función de la demanda: Para el desarrollo de este indicador lo primero que se necesita es conocer la demanda del transporte público de la ciudad Victoria de Durango la figura 9 muestra el porcentaje de demanda para cada uno de los medios de transporte público de la ciudad, con base a los datos proporcionados por los sindicatos de ALIANZA, CTM, la Dirección General de

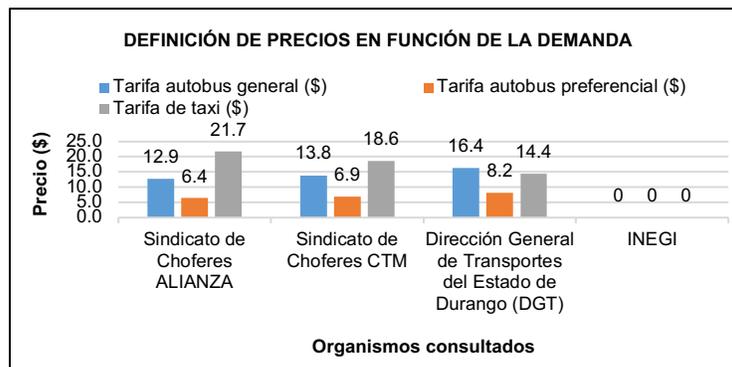
Transportes de la ciudad y el INEGI. La figura 4.10 muestra el precio que tendría el transporte público de la ciudad considerado la demanda que proporcionó cada uno de los organismos consultados y los precios para estos: 4.5 \$ (autobús preferencial), 9 \$ (autobús general) y taxi 6.50 \$ (Banderazo). Es importante mencionar que estas tarifas se han mantenido en la ciudad ya que existe un acuerdo con el gobierno estatal de Durango.

Figura 9. Demanda del transporte público.



Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM, DGT; 2017).

Figura 10. Definición de precios en función de la demanda.



Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM, DGT; 2017).

Índice de tráfico considerando el tiempo de viaje hacia el trabajo: Para el desarrollo de este indicador se consultó en el INEGI la encuesta intercensal del 2015, en el apartado de movilidad cotidiana el cual muestra el estimado de la población ocupada del Estado de Durango; que se traslada a su lugar de trabajo y su porcentaje con base al medio de transporte que utilizan y el tiempo que tardan para llegar a sus lugares de trabajo. La tabla 5 muestra los medios de transporte de

la población ocupada del Estado de Durango al lugar de trabajo y la tabla 6 muestra la condición de traslado y el tiempo de desplazamiento de la población ocupada del Estado de Durango al lugar de trabajo. Se tomaron en cuenta los valores estatales como referencia ya que la encuesta anteriormente mencionada solo se realiza a nivel Nacional y Estatal.

Tabla 5. Medios de transporte de la población del Estado de Durango al lugar de trabajo.

Sexo	Población que se trasladada al lugar de trabajo	Medios de transporte al lugar de trabajo						
		Camión, taxi, combi o colectiva	Vehículo particular	Transporte laboral	Bicicleta	Caminando	Otro	No especificado
H	355 608	18.68	32.26	11.16	15.15	20.35	3.10	3.46
M	173 068	36.35	30.35	6.67	0.96	26.04	0.36	3.33

Fuente: Elaborada con datos de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016).

Tabla 6. Condición de traslado y tiempo de desplazamiento de la población ocupada del Estado de Durango al lugar de trabajo.

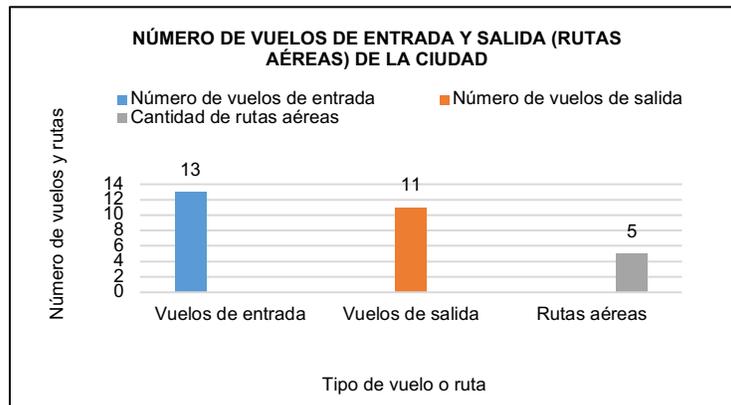
Sexo	Población ocupada	Condición de traslado							
		Tiempo de desplazamiento al lugar de trabajo						No se trasladada	No especificado
		Hasta 15 minutos	De 16 a 30 minutos	De 31 minutos a 1 hora	Más de 1 hora y hasta 2	Más de 2 horas	No es posible determinarlo		
H	386 036	36.22	34.46	15.51	3.86	2.69	7.26	7.00	0.89
M	195 532	42.65	36.45	14.67	2.54	0.97	2.72	9.70	1.79

Fuente: Elaborada con datos de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016).

Cantidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos: Para el desarrollo de este indicador se necesita conocer la cantidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos, para esto se consultó a la Dirección Municipal de Obras Públicas de la ciudad Victoria de Durango la cual refiere que hasta la fecha no se cuenta con alguna de estas; así mismo la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano de la ciudad refiere que no se cuenta con ninguna de estas a la fecha y no está contemplado construir alguna de estas estaciones.

Aero Número de vuelos de entrada y salida (rutas aéreas) en una ciudad: En la figura 11 se muestran los datos de un sitio web, donde se encontró que el día 12 de marzo de 2018 hubo 13 vuelos de entrada, 11 vuelos de salida, en el aeropuerto de la ciudad Victoria de Durango, así mismo también se encontró la información de que en el aeropuerto de la ciudad se cuenta con 5 rutas aéreas que son: México-Tijuana, México, Los Ángeles. Houston-Intercontinental y Guadalajara, Monterrey.

Figura 11. Número de vuelos de entrada y salida de la ciudad.

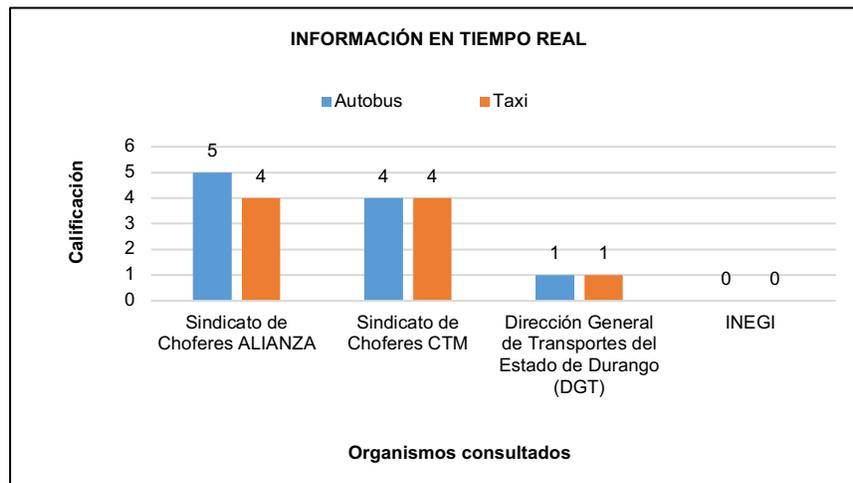


Fuente: Elaborada con datos de En la dimensión de tácticas en tiempo real

Información en tiempo real, por puntos del 1 a 5 en las siguientes categorías: Autobús, taxi y Sharings Modes (Bike, car, etc.): Para el desarrollo de este indicador se consideró la información en tiempo real que aportan los diferentes servicios de transporte público de la ciudad Victoria de Durango, tanto autobuses como taxis, los autobuses en su mayoría cuentan con rastreo satelital GPS con lo cual las bases de los sindicatos saben dónde y en qué lugar están cada una de sus unidades, así mismo con el apoyo de aplicaciones móviles como Taxify, Taxi Amigo y AlianzaGo; en el servicio de taxi es posible saber el nombre del conductor, el momento en el que llega la unidad para transportarse, el costo del viaje, incluso ahora se puede compartir trayecto con alguna otra persona que vaya por la misma ruta. La figura 12 muestra los datos obtenidos del sindicato ALIANZA que otorga una calificación de 5 sobre 1 a sus autobuses, aunque desde su punto de vista la información que les ofrece el GPS no es visible para los usuarios y el tenerla visible a través de una aplicación para los usuarios mejoraría la eficiencia de este medio de transporte, en cuanto a sus taxis otorga un 4 sobre 1 ya que cuentan con la

aplicación AlianzaGo y Taxify, el sindicato de la CTM otorga un 4 sobre 1 a sus autobuses y taxis cabe mencionar que las unidades de autobús de este sindicato cuentan también con rastreo satelital GPS y sus unidades de taxi en su mayoría hacen uso de aplicaciones móviles como Taxi Amigo y Taxify, por otro lado la Dirección General de Transportes de la ciudad otorga un 1 sobre 1 para autobuses y taxis de manera general; por último el INEGI no proporciona dato alguno, ya que no considera este dentro de sus encuestas.

Figura 12. Información en tiempo real.



Fuente: Elaborada con datos de (ALIANZA, CTM, DGT; 2017)

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del diagnóstico se concluye que la ciudad Victoria de Durango aún no cuenta con las condiciones necesarias para ser considerada como una ciudad inteligente en el eje de movilidad; los indicadores generados para la ciudad Victoria de Durango, serán de ayuda para una reevaluación a futuro; lo anterior debido a que algunos de los organismos contemplados para la obtención de la información necesaria no contaban en su totalidad con el tipo de información que se buscaba recabar a través de los indicadores y variables propuestas, no obstante se considera que con los resultados obtenidos de este diagnóstico se puedan establecer y definir estrategias; con las cuales se pueda monitorear la transformación de la ciudad en una ciudad con movilidad inteligente. Estas estrategias deberán de contemplar cuatros aspectos importantes para la movilidad de la ciudad: Movilidad a pie, movilidad en bicicleta,

transporte público y transporte privado. Considerando también que la movilidad urbana debe de ser eficiente y no basta con que exista un medio de transporte que opere de manera correcta; lo importante es establecer una red de transporte integrada, mantener la infraestructura vial de la ciudad con la finalidad de minimizar el tráfico y los tiempos de desplazamiento de un lugar a otro dentro de la misma; también es necesario que los actores principales de la ciudad que son: el gobierno, las empresas y los ciudadanos sean conscientes con respecto a las necesidades de movilidad de la ciudad; ya que para esto el municipio necesita innovar, invertir y coordinar las acciones necesarias para contar con un buen sistema de movilidad; sin olvidar reducir el impacto negativo que estas nuevas obras y acciones generen al medio ambiente. Por último la movilidad urbana debe de ser accesible para todos los ciudadanos, algunas de las ciudades inteligentes en la categoría de movilidad ofrecen ya distintos modos de transporte y una amplia cobertura del transporte público.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrone, P., & Ricart, J. E. (24 de Mayo de 2017). IESE insight BUSINESS KNOWLEDGE. (C. S. Estrategia, & C. C. Estategia, Edits.) Recuperado el 2017 de Noviembre de 2017, de IESE insight BUSINESS KNOWLEDGE: http://www.ieseinsight.com/fichaMaterial.aspx?pk=140223&idi=2&origen=3&idioma=2&_ga=2.105331653.735698423.1510174755-340249512.1510174755
- Correia Carballo, C. (25 de Abril de 2017). Todo sobre Ciudades Inteligentes. Obtenido de Todo sobre Ciudades Inteligentes: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/herramienta-diagnostico-evaluar-smart-cities>
- INEGI. (2015). Recuperado el 3 de Abril de 2017, de http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=10
- Iruñeko Udala, A. (20 de Marzo de 2017). Ayuntamiento de Pamplona Iruñeko Udala. Obtenido de Ayuntamiento de Pamplona Iruñeko Udala: <http://www.pamplona.es/verPagina.asp?idPag=1635&idioma=1>
- López Lambas, M. E., & La Paix Puello, L. (2008). Los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS) desde una perspectiva europea. Madrid.

MONITOREO DE VARIABLES FÍSICAS EN EL INTERIOR DE UN INVERNADERO MEDIANTE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

PAMELA VIRIDIANA VALENZUELA FRANCO¹, JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA²,
MERIT CISNEROS GONZÁLEZ³, JONÁS LAGUNAS OROZCO⁴ FRANCISCO JAVIER GÓDÍNEZ GARCÍA⁵

RESUMEN

La tecnología empleada para el monitoreo y control de variables físicas que intervienen en el proceso de producción de alimentos bajo invernadero es costosa, los productores que hacen uso de invernadero de gama alta cuentan con dicha tecnología mientras que los pequeños productores no pueden costearla. Existen programas gubernamentales que apoyan a pequeños productores con la estructura del invernadero, sin embargo, la tecnificación del invernadero debe correr por cuenta del productor, esta tecnología debe contar con el monitoreo de variables físicas para lograr mejores rendimientos en los cultivos.

En este trabajo se muestra un sistema embebido que mide y registra la temperatura, humedad relativa y humedad del suelo del interior de un invernadero, así como el monitoreo inalámbrico de estas tres variables las cuales se pueden observar desde un celular o tableta con acceso a internet, como cualquier aplicación para dispositivos móviles, con el fin de prever una actuación sobre el sistema de ventilación y riego.

Palabras clave: Invernadero, Sistema embebido, Monitoreo Inalámbrico.

INTRODUCCIÓN

Al conjunto de técnicas y conocimientos que se utilizan para cultivar la tierra se le denomina agricultura, en ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del

¹ Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango.pavi10309@gmail.com

² Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango.jamartinez@itdurango.edu.mx

³ Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango.meritcisneros@hotmail.com

⁴ Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango.lagunaso@hotmail.com

⁵ Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango

suelo y los cultivos de vegetales; comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural.

En la actualidad el sector agroalimentario es objeto de especial atención, en cuanto a la incorporación de nuevas tecnologías, dadas las demandas cada vez mayores de producción, diversidad y calidad de los productos, así como de la extensión de vida en anaquel.

Una producción de alimentos que garantice la soberanía alimentaria en los volúmenes y niveles de calidad que requiere el país, han sido desde siempre una meta de los gobiernos, haciendo del sector agroindustrial un eje estratégico para el desarrollo económico. Esta necesidad se ve afectada por la poca aplicación de las nuevas tecnologías enfocadas a la automatización de procesos agrícolas en el campo mexicano.

En este proyecto se muestra la construcción del prototipo de un sistema embebido, el cual monitorea a través de Internet, el comportamiento de las variables de interés dentro del invernadero.

La importancia del monitoreo mediante la combinación de un sistema de adquisición de datos y la transmisión vía Internet de los valores de las variables de interés beneficia de una manera significativa la labor desempeñada por los agricultores mexicanos, específicamente por los agricultores dedicados a la agricultura protegida, cuya característica es el reducido rango de temperatura y humedad relativa que soportan los vegetales, el proceso de monitoreo de las variables de interés permite al agricultor la evaluación de estas sin la necesidad de estar presente, siempre tendrá la oportunidad de monitorear los valores de temperatura y humedad mediante una conexión WIFI.

DESARROLLO

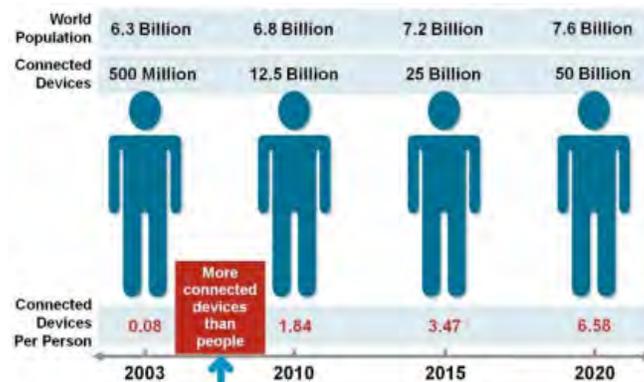
Internet de las cosas.

El internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés) es un término que agrupa un conjunto de tecnologías, las que a su vez permiten a los distintos objetos físicos conectarse entre sí, notebooks, netbooks, tablets, smartphones, bajo esta filosofía se pueden controlar objetos tales como: puertas, luces, cámaras, ventanas y

además es posible colocar sensores en plantas, seres humanos, animales y conectarlos a internet para entregar información útil que enriquece la posibilidad de ver el mundo con otros ojos.

IoT es el punto temporal en el cual habrá más “objetos o cosas” que personas conectadas a Internet, vea Fig. 1. Esta tendencia crea la necesidad de recolectar, analizar y distribuir grandes cantidades de datos, que pueden ser convertidos en información y conocimiento (McEwen & Casimally, 2014).

Figura 8 El IoT entre 2008 y 2009.



En los últimos años, Internet ha mantenido un estado de desarrollo estable y constante pero no significativo. En este contexto, IoT se vuelve inmensamente importante porque es la primera evolución real del Internet, al constituirse como una nueva etapa que conducirá el desarrollo de aplicaciones revolucionarias con el potencial de mejorar la producción de alimentos (McEwen & Casimally, 2014).

Actualmente todos los sensores y dispositivos producen datos individuales que no son procesados en conjunto, pero si estos volúmenes de información son analizados es posible identificar patrones y generar resultados potenciales.

Arduino.

Arduino es una plataforma de hardware de código libre, basada en una sencilla placa de circuito impreso que contiene un microcontrolador que cuenta con entradas y salidas analógicas y digitales. El dispositivo conecta el mundo físico con el mundo virtual controlando sensores, alarmas, luces, motores y actuadores a través de internet (Torrente Artero, 2013).

Hay otros microcontroladores y plataformas disponibles para la computación física donde las funcionalidades y herramientas son más avanzadas, Arduino simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores, ofrece algunas ventajas y características respecto a otros sistemas (Torrente Artero, 2013):

- Factible. Las placas Arduino son más accesibles comparadas con otras plataformas de microcontroladores.
- Multi-Plataforma. El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para microcontroladores están limitados a Windows.
- Ambiente de programación sencillo y directo. El ambiente de programación de Arduino es fácil de usar para los usuarios.
- Software ampliable y de código abierto, El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores y desarrolladores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++ y modificarlo a través del lenguaje de programación AVR C en el que está diseñado (Torrente Artero, 2013).

Figura 9 Arduino uno



Sistemas embebidos.

Se entiende por sistema embebido (SE), a una combinación de hardware y software, Fig.3, esta combinación puede ser reemplazada en muchos casos por circuitos integrados que realicen la misma tarea. Una de las ventajas de los SE es su flexibilidad, ya que al realizar alguna modificación en el proceso resulta mucho más sencillo modificar el código en el software del sistema, que realizar modificaciones en el hardware (Cruz & Lutenberg, 2019).

Figura 10 Sistema embebido

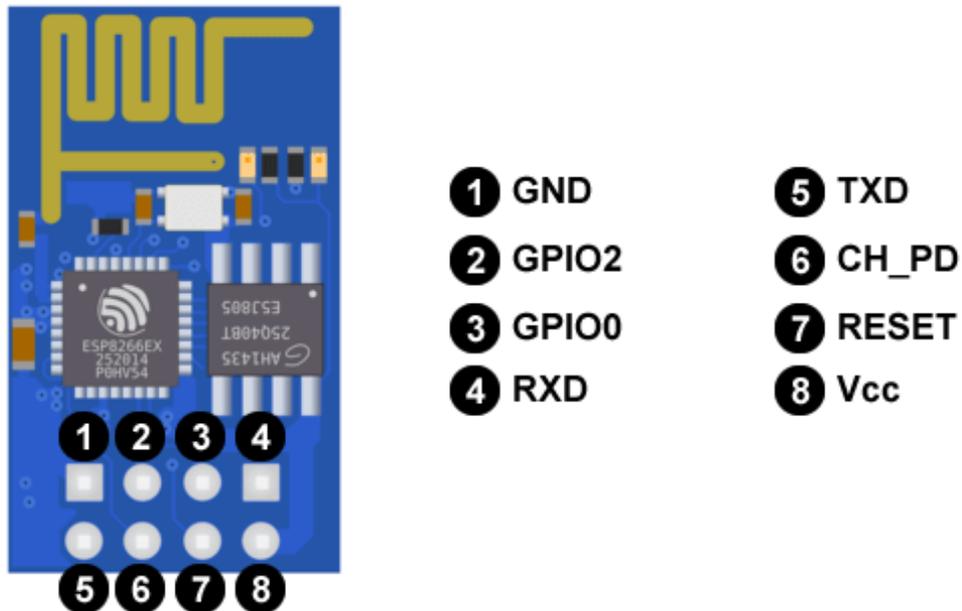


Modulo ESP8266

El ESP8266 es un sistema embebido de bajo costo con una pila TCP/IP completa, este sistema embebido permite a los microcontroladores conectarse a una red Wi-Fi y realizar conexiones TCP/IP sencillas usando comandos AT (Datasheet ESP8266X, 2019).

El módulo ESP8266 incluye un pequeño procesador interno que se puede programar para funcionar como un módulo autónomo y que dispone de un par de puerto GPIO (General Purpose Input Output).

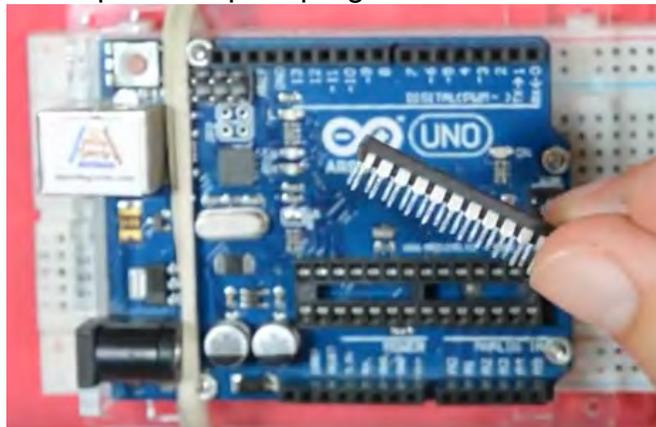
Figura 11 Puertos GPIO



DESARROLLO

Para programar el microcontrolador del módulo ESP8266 mediante comandos AT se utiliza el Arduino UNO, lo primero que se realizara es retirar el microcontrolador del Arduino UNO (Arduino.cl, 2019), como se muestra en la Fig 5.

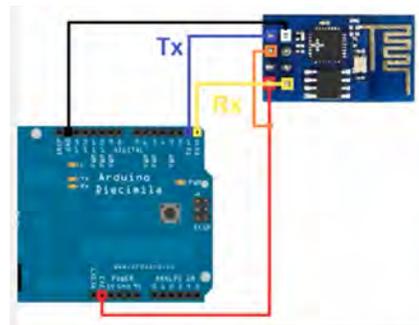
Figura 12 Preparación para programación del módulo.



Para conectar vía USB el microcontrolador ESP8266 a la computadora, se necesita el módulo que convierte de serial a USB, dicho módulo se localiza en el Arduino UNO mediante los pines de recepción y transmisión, las conexiones que se realizarán serán las siguientes:

- Recepción ESP8266-recepcion Arduino UNO
- Transmisión ESP8266-transmision Arduino UNO
- GND-GND
- Alimentación (dicha alimentación debe ser de 3.3 V si se suministra 5V, el microcontrolador ESP8266 se dañará)

Figura 13 Conexión módulo ESP8266 al Arduino UNO.



Si no se tiene una fuente externa de 3.3 v se puede usar la fuente del Arduino UNO teniendo en cuenta que tienen que ser 3.3v para no dañar el ESP8266, al momento de realizar las conexiones y alimentando el circuito, se sabe que esta alimentado correctamente cuando se encienden los LED's del Arduino UNO y de la tarjeta que contiene al microcontrolador ESP8266 Fig.6, Fig.7.

Figura 14 Conexión adecuada del módulo Arduino UNO al ESP8266.



Después de que el módulo ESP8266 se encuentra listo para ser programado en el monitor serial se escribe el comando AT, Fig. 10.

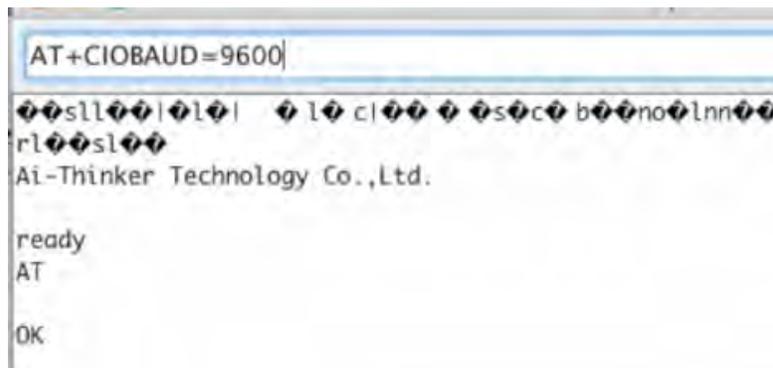
Figura 17 Comando AT



```
AT
Ai-Thinker Technology Co.,Ltd.
ready
AT
OK
```

Al ingresar el comando AT se indica que esta OK, es preferible utilizar la velocidad de comunicación a 9600 baudio, para ello se realiza lo siguiente, ingresando en el monitor serial el comando AT+CIOBAUD=9600. Fig.11.

Figura 18 Cambio de velocidad de comunicación.



```
AT+CIOBAUD=9600
Ai-Thinker Technology Co.,Ltd.
ready
AT
OK
```

Al ingresar el cambio de comunicación a 9600 baudio, el monitor serial no permitirá algún otro comando hasta que se cambie la velocidad de comunicación a 9600 en el monitor serial.

Para verificar la versión del módulo ESP8266 se ingresa el comando AT+GMR, Fig.12.

Figura 19 Versión módulo ESP8266.

```
AT+GMR
AT version:0.40.0.0(Aug 8 2015 14:45:58)
SDK version:1.3.0
Ai-Thinker Technology Co.,Ltd.
Build:1.3.0.2 Sep 11 2015 11:48:04
OK
```

Para determinar en qué modo de operación se encuentra el módulo ESP8266 se ingresa el siguiente comando AT+CWMODE, como se muestra en la Fig.13.

Los modos de operación en los cuales puede estar en modulo son los siguientes:

- Modo 1. Estación.
- Modo 2. Access point.
- Modo 3. Estación & Access point.

Figura 20 Modo de operación.

```
AT+CWMODE?
+CWMODE:2
OK
```

Al verificar el modo en el que se encuentra el módulo ESP8266, se debe tener en cuenta que se necesita usar en modo 3 como estación y Access Point. Para poder seleccionar el modo 3 se ingresará en el monitor serial el siguiente comando AT+CWMODE=3, Fig.14.

Figura 21 Selección modo 3

```
OK
 AT+CWMODE=3
OK
AT+CWMODE?
+CWMODE:3
OK
```

Para detectar las redes WIFI presentes se ingresa el comando AT+CWLAP, al ingresar el comando respectivo se mostrarán las redes WIFI disponibles, lo cual indica lo siguiente dentro de los paréntesis:

Nivel de protección de la red WIFI de 0 hasta 4, cero indica que el nivel de protección es bajo y no tiene contraseña WIFI

Nombre de red WIFI

Intensidad de señal

Dirección MAC

Canal de estándar WIFI

Para conectarse a la red WIFI se ingresa el comando AT+CWJAP=, enseguida el símbolo igual (=) se ingresa el nombre de la red WIFI y la contraseña de la red WIFI separados por una coma (,) y entre comillas (""), Fig. 15 ejemplo:

Figura 22 Lecturas de señal WI-FI

```

COM4 (Arduino/Genuino Uno)
Enviar
AT
OK
AT+CWLAP
+CWLAP:(2,"RedLab",-83,"00:19:5b:81:7f:7a",1,26,0)
+CWLAP:(0,"WiFi H Santa Cruz",-77,"68:72:51:26:27:27",1,-7,0)
+CWLAP:(4,"HP SCANJET 8250",-89,"00:13:f7:7f:44:a1",1,21,0)
+CWLAP:(1,"UBNT",-88,"00:27:22:02:d0:c7",1,15,0)
+CWLAP:(3,"AliFun",-60,"28:80:23:0d:84:c4",4,15,0)
+CWLAP:(4,"BG King",-44,"70:4f:57:0a:b6:62",9,25,0)
+CWLAP:(3,"INFINITUM1512_2.4",-86,"5c:dc:96:f2:fa:3e",6,28,0)
+CWLAP:(4,"INFINITUMrkz6",-92,"88:ce:fa:68:94:f4",8,-9,0)
OK
AT+CWJAP="BG King","08730039"
WIFI DISCONNECT
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP
OK
WIFI DISCONNECT
WIFI CONNECTED
WIFI DISCONNECT
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP
AT+CIFMUX=1
Autoscroll Ambos NL & CR 9600 baudio Clear output

```

AT+CWJAP="BG King","ITD"

Figura 26 Servidor y puerto listo

```
AT+CIPSERVER=1,80
OK
```

Para verificar la dirección IP que se asignó se ingresa el comando AT+CIFSR, Fig.20.

Figura 27 Dirección IP

```
AT+CIFSR
+CIFSR:APIP,"192.168.4.1"
+CIFSR:APMAC,"1a:fe:34:dc:ff:92"
+CIFSR:STAIP,"192.168.0.23"
+CIFSR:STAMAC,"18:fe:34:dc:ff:92"
```

Arroja dos direcciones IP la de AP y la de STA, se selecciona la dirección de estación STAIP.

Con la ayuda del microcontrolador Arduino UNO y el módulo ESP8266 se transmite hacia un servidor almacenando y graficando en la nube los datos monitoreados en el invernadero.

Para el envío de las lecturas de humedad y temperatura relativa sensadas por el sensor DHT11 (Mouser Electronics, 2019) se realizó mediante vía WIFI por el módulo ESP8266 mediante el uso del servidor ThingSpeak (ThingSpeak, 2019), para ello se requiere crear una cuenta gratuita en www.thingspeak.com. Ver Fig.21

Figura 28 Inicio página ThingSpeak.



Una vez creada la cuenta, se crea un canal nuevo, en este caso como se va a trabajar con dos variables, las cuales son temperatura y humedad relativa, se seleccionarán dos campos, se ingresa un nombre y una descripción del canal y las dos variables que se graficarán, después de llenar estos campos en la parte inferior se oprime la opción de guardar canal, ver Fig. 22.

Figura 29 Canal nuevo con las variables a graficar.

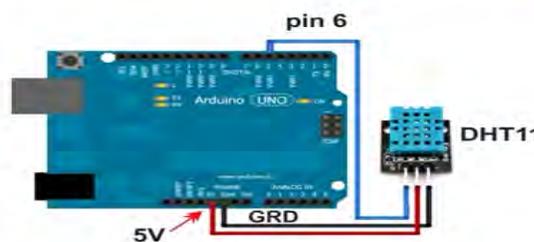


The image shows a web form titled "New Channel". It contains the following fields and options:

- Name:** DHT11
- Description:** (empty text box)
- Field 1:** Temperature (checked)
- Field 2:** Humidity (checked)
- Field 3:** (empty)
- Field 4:** (empty)

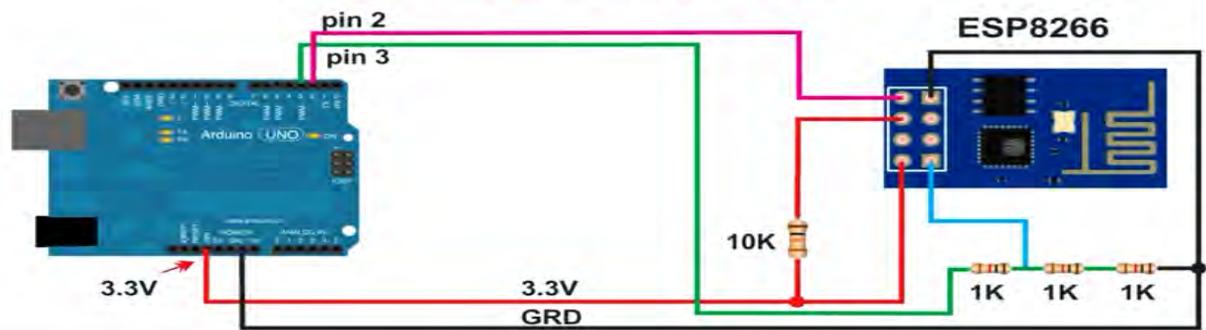
Después de crear la cuenta en ThingSpeak se realizarán las conexiones en el Arduino UNO-sensor DHT11 (Cruz & Lutenberg, 2019) ver Fig.23.

Figura 30 Conexión Arduino UNO-Sensor DHT11



Conexión Arduino UNO-modulo ESP8266 ver Fig. 24.

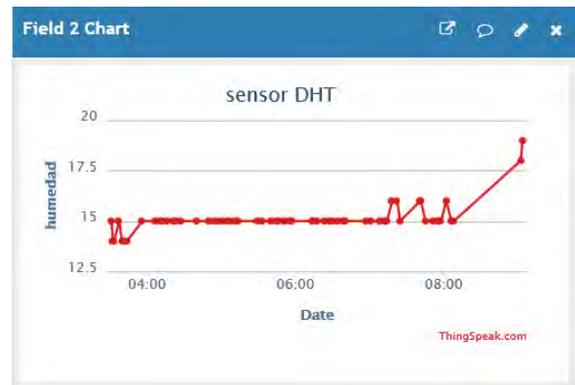
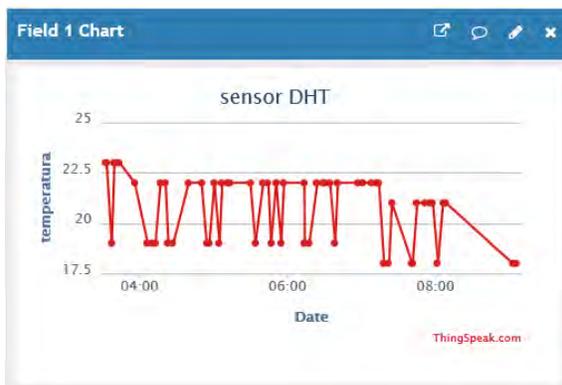
Figura 31 Conexión Arduino UNO-Modulo ESP8266.



Una vez realizadas las conexiones indicadas, se abre el IDE del Arduino para ingresar el código del programa mostrado a continuación, en el cual se indica el APIKEYS el cual envía la información al servidor ThingSpeak, es la llave de acceso para poder enviar las lecturas a la nube.

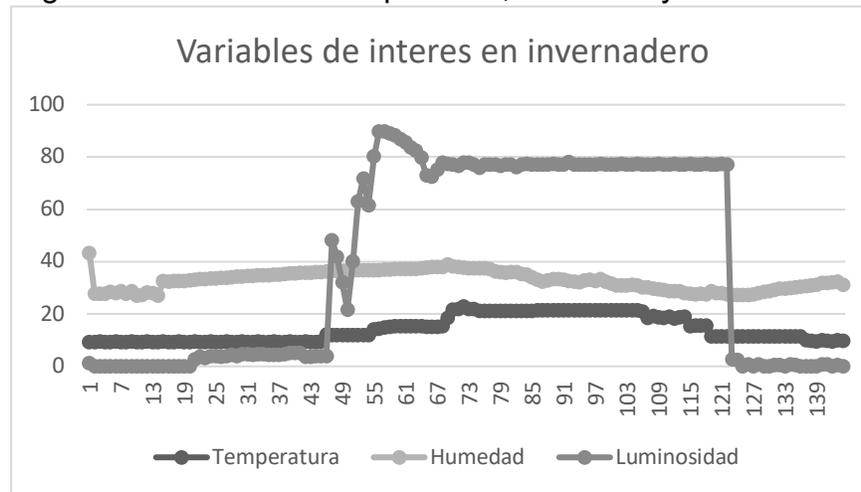
En las siguientes figuras se muestran la lecturas de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, enviadas a la plataforma de ThingSpeak.

Figura 32 Temperatura y Humedad relativas internas del invernadero.



La plataforma ThingSpeak permite exportar los datos en formato xls para su graficación, vea fig. 26.

Figura 33 Graficas de temperatura, humedad y luminosidad.



CONCLUSIONES

Se obtuvo un sistema embebido que realiza la adquisición de datos de temperatura y humedad relativa en tiempo real vía WIFI de un invernadero con la finalidad de realizar lecturas y almacenarlas en la nube para su posterior procesamiento y visualización de las lecturas en cualquier momento y desde cualquier dispositivo que tenga conexión a Internet y de este modo verificar el estado del cultivo. Se pueden añadir actuadores, para modificar las variables de proceso que afectan el desarrollo de los cultivos. De esta manera el trabajo humano disminuye considerablemente, aumentando la calidad y cantidad del producto.

La tablilla Arduino UNO es muy práctica y funcional por su tamaño para poder colocarse en sitios claves, por este motivo y su bajo costo se utilizó la tablilla de Arduino UNO, modulo ESP8266 y el sensor DHT11, estos tres componentes son muy prácticos y accesibles con resultados favorables para el fin deseado. La combinación de estos componentes, los cuales son muy accesibles por su bajo costo y durabilidad, garantizan una extensa vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aosong Electronics Co.,Ltd. (20 de Febrero de 2019). Aosong Electronics Co.,Ltd. Obtenido de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Arduino.cl. (20 de Abril de 2019). Arduino cl. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>
- Cruz, J. M., & Lutenberg, A. (20 de Enero de 2019). Simposium Argentino de Sistemas Embebidos. Obtenido de Introducción General a los Sistemas Embebidos: http://www.sase.com.ar/2012/files/2012/09/Introduccion_a_los_Sistemas_Embebidos-SASE_2012.pdf
- Datasheet ESP8266X. (20 de Enero de 2019). Espressif. Obtenido de https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- DIEEC. (2009). Obtenido de Sistemas embebidos: <http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/>
- Herrador, R. E. (2009). Guia de Usuario de Arduino. España: Universidad de Cordoba.
- McEwen , A., & Casimally, H. (2014). Designin the internet of things. United Kingdom: John Wiley and Sons, Ltd.
- Mouser Electronics. (20 de Febrero de 2019). Mouser Electronics. Obtenido de <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
- Omega. (5 de Noviembre de 2017). Controladores de temperatura y proceso. Obtenido de "All-In-One" Controllers: PLC, HMI, I/O, & Data Logging: https://mx.omega.com/pptst/OCSXL_Series.html
- Phi Robotics. (20 de Abril de 2019). Phi Robotics. Obtenido de www.phirobotics.com
- Torrente Artero, O. (2013). Arduino, Curso practico de formación. Madrid, España.: Alfaomega Grupo editor.

DESARROLLO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS PARA UNA INNOVACIÓN SUSTENTABLE

JOSÉ DAVID CONTRERAS BECERRA¹, CLARA ALICIA GÓMEZ MÁRQUEZ², LILIA GARCÍA AZPEITIA³

RESUMEN

En la presente ponencia se exponen los principales factores que desde nuestra perspectiva se deben tomar en cuenta para el diseño y desarrollo de sistemas automáticos de control enfocados en la innovación sustentable, en la misma nos centramos en el diseño de automatización industrial, automatización de edificios y la domótica, como los tres ejes del desarrollo humano más importantes. Con el desarrollo de esta temática buscamos encausar y crear conciencia en los estudiantes de las carreras que conlleven al diseño de sistemas automáticos de control, así como al personal asignado para su implementación, para que, en los diseños y ejecución de estos, se planeen hacerlo de una manera sustentable tal que estos realicen su tarea de la manera más eficiente y amigable al medio ambiente.

Palabras clave: Automatización, Control Automático, Diseño, Sustentable.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad un sinnúmero de procesos industriales, comerciales, residenciales de confort o de uso en la vida cotidiana se han convertido en sistemas automatizados, desde un simple llenado de una cisterna, la apertura y cierre automático de una puerta, en la implementación de un semáforo controlado inteligentemente, el control de una banda transportadora, etc. hasta sistemas mucho más complejos como lo son los dispositivos guiados autónomamente (Autos, misiles, Cohetes, etc.), sistemas automáticos para el control de aeronaves o todo un sistema de producción dentro de una industria controlando las variables físicas que están presentes en el entorno, tanto las inherentes al proceso como las que no

1 Tecnológico Nacional de México / INSTITUTO TECNOLÓGICO JOSÉ MARIO MOLINA PASQUEL Y HENRÍQUEZ. meipe_josedavid@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / INSTITUTO TECNOLÓGICO JOSÉ MARIO MOLINA PASQUEL Y HENRÍQUEZ. cagm19@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / INSTITUTO TECNOLÓGICO JOSÉ MARIO MOLINA PASQUEL Y HENRÍQUEZ. itslm2014@outlook.com

forman parte de este (perturbaciones) manteniendo en todo momento la calidad del producto, el control de un robot autónomo, etc. La real academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. Tomando en cuenta esta definición podríamos concebir como automatismo todo aquel sistema que conlleve al control de alguna o varias tareas programadas mediante la manipulación de una o varias variables físicas, para cumplir con el objetivo fijado por el ser humano ya sea para la comodidad, satisfacción o seguridad de las personas.

Mas sin embargo y debido a los problemas derivados del impacto ambiental negativo presentado a través del uso indiscriminado e irracional de la tecnología creemos necesario la inclusión a esta definición una disciplina muy importante la cual es el desarrollo sustentable por lo que retomamos la siguiente referencia. “Es por esto que los profesionales de cualquier disciplina, en forma directa o indirecta, modifican el medio ambiente con su trabajo. Lo menos que puede pasar es que sin un conocimiento de ese medio que se modifica, difícilmente eso se hará con propiedad y responsabilidad. Para ella habría que partir del principio de que es la cultura como un todo la que modifica el medio natural de manera adecuada o inadecuada. Por tanto, es necesario rescatar o reafirmar identidad y singularidad de la cultura para alcanzar los niveles más significativos sensibilización sobre los problemas ambientales (Ángel y Ángel, 2002)”. Es por esto que es necesario que todos los sistemas automáticos a desarrollar contemplen hacerlo de una manera sustentable, es decir sean planeados para llevar a cabo sus tareas de la manera más eficiente y amigable al medio ambiente.

Dentro de las diferentes áreas en las que se pueden desarrollar sistemas automáticos de innovación con sustentabilidad nosotros exponemos tres ramas, las cuales desde nuestra perspectiva consideramos las más importantes para la implementación de estos sistemas automáticos sustentables, esto debido a su alto grado de impacto dentro de nuestra sociedad. En grado de importancia primero hacemos referencia al diseño y automatización industrial [1], en seguida a la automatización de edificios [2] para concluir con la domótica [3]. Es importante

recaltar que lo que exponemos es lo que desde nuestra perspectiva consideramos como las áreas de mayor oportunidad quedando abierta la posibilidad a incrementar el número de las mismas, conscientes estamos del mundo cambiante en el que vivimos, donde la evolución de la tecnología es tan vertiginosa que de un momento a otro lo que hoy es actual al paso de unos meses se vuelve anticuado y obsoleto.

1. Diseño y Automatización Industrial

En un principio, la aplicación de la automatización industrial se centraba en solo para ayudar al ser humano en las tareas que se volvían repetitivas, monótonas o que pudieran causar fatiga en él, también fueron creados sistemas automáticos para manipular variables físicas que conllevaban un riesgo para el hombre, en su mayoría estos sistemas automáticos de control fueron meramente mecánicos. Mas sin embargo al aumentar el grado de exigencia tanto en calidad y cantidad de producción y en conjunto con el desarrollo de la electrónica se fue incrementado el grado de complejidad de estos sistemas automáticos llevando a la necesidad de desarrollar sistemas cada vez más completos tanto en la capacidad de manipular variables como el almacenamiento de datos, aunado a esto el cambiante ritmo en los sistemas y procesos de producción, la forma de visualizarlos y la manipulación de datos para la toma de decisiones en lapsos de tiempos relativamente cortos dan la pauta para que en poco tiempo se vuelvan anticuados y obsoletos, siendo necesaria su actualización, reconfiguración o reordenamiento lo que en la mayoría de ocasiones se convertía en chatarra dentro de un almacén. Esta es una de las muchas razones por las que a continuación describiremos cada uno de los factores que la o las personas encargadas de desarrollar un proyecto de automatización deberían tomar en cuenta para el desarrollo de verdaderos sistemas automáticos para una innovación sustentable, refiera a la figura 1.

Figura 34. Factores para el Diseño y Automatización Industrial



Para reducir los costos de ingeniería, operaciones y mantenimiento de procesos al momento de realizar un diseño e implementación de un sistema automático el desarrollador debe buscar la optimización de diseño y operación de control, esto es buscar dentro del diseño cual es el más óptimo en equipamiento, material y herramienta así como los dispositivos de control a utilizar, deberá realizar programas de proyectos reducidos en tiempo, recursos materiales y humanos previendo la normalización de los procesos como también la reutilización y extensión de los sistemas de producción, deberá analizar la integración con el software de diseño las posibilidades de su mejoramiento e interpretación correcta por los operarios, en la actualidad existen software y hardware para realizar simulaciones de procesos con los cuales podrá analizar posibles adecuaciones y mejoras a sus sistemas propuestos.

Para maximizar la eficiencia de la planta y la producción el diseñador deberá tomar en cuenta la importancia de contar con un acceso a la información transparente desde la planta hasta los sistemas de control administrativos y operativos, esta información deberá ser en tiempo real de manera que se vuelva muy eficiente para

el manejo de los procesos, así como la posibilidad de contar con este acceso a la información desde fuera de la planta.

En el desarrollo del sistema automático para mejorar la calidad en la producción el diseñador dispondrá en su sistema la posibilidad de una interconexión de controladores en redes de comunicación para cumplir con los requisitos del proceso, analizar controladores avanzados que conlleven a un fácil mantenimiento y la posibilidad de que reduzcan el tiempo de producción, asegurando la calidad de la misma.

Previendo la protección del personal, los activos de la planta y al medio ambiente los sistemas automáticos de control deberán contar con instrumentos de seguridad amigables con el medio ambiente.

En busca de maximizar el retorno de inversión el diseñador debe prever que los dispositivos estén habilitados para internet, tengan la posibilidad de crear redes entre ellos y sobre todo que se adapten a una fabricación flexible.

2. Automatización de edificios

Partiremos de su definición, un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, aunado a ello las interrelaciones entre ellos, los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, seguridad, flexibilidad y comercialización. Dentro de la automatización de edificios los factores que el diseñador o encargado del desarrollo del proyecto deberá tomar en cuenta son los que se muestran en la figura 2.

Figura 35. Factores a considerar para automatización de edificios



Dentro de un edificio ya sea habitacional u oficinas el mayor consumo de energía se debe a las siguientes causas, calefacción, refrigeración, motores, iluminación, electrónica y electrodomésticos, de hecho se puede considerar que son la segunda causa de consumo energético en el mundo, de aquí se deriva la importancia para el desarrollo de sistemas automáticos de control que reduzcan en gran medida este consumo, por lo que los sistemas desarrollados deberán hacer uso eficiente de la energía, medios, equipo y personal encargado en su desarrollo e implementación.

3. Domótica

La tecnología aplicada al hogar, es conocida como Domótica, integra automatización, informática y nuevas tecnologías de comunicación; todas ellas dirigidas a mejorar la comodidad, la seguridad, el ahorro de energía y, en definitiva, el bienestar dentro de los hogares.

El termino domótica (del latín domus, casa e informática) tiene varias acepciones, entre ellas la que da el diccionario de la real academia, que define la domótica como

el “conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. La vivienda domótica nace para facilitar la vida a los ciudadanos, haciéndola más cómoda, más segura y con mayores posibilidades de comunicación y ahorro energético.

Los principales factores que deberá tomar en cuenta el desarrollador o encargado de realizar el proyecto son los mostrados en la figura 3.



Para atacar el reto de la iluminación, climatización y ahorro de energía el diseñador de automatismos deberá considerar la programación del encendido y apagado de todo tipo de aparatos (Calderas, aire acondicionado, luces, etc.) según las condiciones ambientales tomando en cuenta la adecuación a los planes tarifarios reducidos, así como que los sistemas presenten la información del consumo de energía para que el beneficiario pueda prever acciones de control en el consumo de su energía.

Dentro del reto de entretenimiento y confort en el diseño se preverán las posibilidades de conexión a internet desde cualquier punto, juegos en red, tv en todas las habitaciones y control de dispositivos eléctricos y electrónicos del hogar, desde un PC, por internet o desde algún móvil.

Para la seguridad de nuestros hogares los diseños de automatismos deberán contar con una configuración de procedimientos de avisos en caso de intrusión o avería, la posibilidad de colocación de cámaras y micrófonos para ver y escuchar lo que ocurre dentro y fuera de nuestro hogar, así como el control de acceso.

Y nuestro hogar no estaría completamente automatizado si no tuviéramos la posibilidad de contar con servicios comunitarios a través del control de la iluminación de zonas comunes, manejo de alarmas de seguridad y alarmas tácticas, así como servicios web para la comunidad de propietarios.

CONCLUSIÓN

Las áreas a las que hicimos mención son las que consideramos desde nuestro punto de vista como las que en mayor orden se analizan, diseñan y se desarrollan sistemas automáticos para el control de procesos, sistemas o plantas, se enumeraron bajo el orden en su grado de importancia debido a su alto impacto en el continuo desarrollo de nuestra sociedad, se describieron los factores prioritarios para el diseño de estos sistemas, con el fin de que el personal dedicado a la realización de automatizaciones, proyectistas, investigadores o estudiantes de carreras profesionales afines a la automatización o control industrial los consideren en el diseño y desarrollo de sistema automáticos de control con una alta visión de sustentabilidad y con esto contribuyan de manera sistemática a disminuir consumos excesivos de energía, desperdicio de materiales y equipo que genera una alta contaminación como causa del continuo cambio en los procesos automatizados, sistemas de confort o adecuaciones a edificios.

No está por demás aclara que queda abierta la posibilidad a la inclusión de otras áreas en las que se busquen desarrollar sistemas automáticos para el control o ejecución de tareas de forma autónoma o sistematizada consiente estamos que el diseño y desarrollo de sistemas automatizados está inmerso en un sinfín de áreas del desarrollo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ramón Pidrafita Moreno, Ingeniería de la Automatización Industrial, 2a Edición, Rama, 2004.

Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acevedo, Celso Fernández Silva, José I. Armesto Quiroga, Automatas programables y sistemas de automatización, 2a Edición, MARCOMBO, Barcelona, España 2009

Vicente Guerrero, Ramón L. Yuste, Luis Martínez, Comunicaciones Industriales, 1a Edición, Editorial MARCOMBO, Barcelona, España 2009.

Dennis F.X. Matahaisel, Joel M. Manary, Ned H. Criscimagna, Engineering for Sustainability, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2013.

Reynol Díaz Coutiño, Desarrollo sustentable una oportunidad para la vida, 2a Edición, Editorial Mc Graw Hill, Sinaloa, Mexico 2010.

Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acevedo, Celso Fernández Silva, José I. Armesto Quiroga, Automatas Programables y sistemas de automatización, 2a Edición, Editorial Alfaomega, México D.F. 2010.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS LOGIT Y PROBIT EN LA APLICACIÓN DE PROGRAMAS SOCIALES POR PARTE DE GOBIERNO

CÉSAR ALONSO VIGA JUÁREZ¹, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ², ADRIANA ERÉNDIRA MURILO³.
JOSÉ RAMÓN VALDEZ GUTIÉRREZ⁴.

RESUMEN

El presente trabajo busca definir un escenario adecuado de aplicación (funcionalidad o impago) para los programas sociales implementados por el gobierno del Estado de Durango, en apoyo a la población, para lo cual se analizó el riesgo de incurrir en impago, aplicando diferentes modelos de estimación, partiendo de variables particulares (variables independientes y una variable dependiente no métrica; dicotómica, por lo que su posible respuesta es 0; fracaso o ausencia de, o 1; éxito o presencia de). Los modelos utilizados son las metodologías *Logit* y *Probit*, los cuales son modelos que permiten obtener la probabilidad de un suceso y los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades.

El trabajo fue desarrollado con una muestra que comprende a todas las mujeres del municipio de Gómez Palacio, datos proporcionados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Dichas metodologías generan un porcentaje a cada una de las variables las cuales servirán para identificar qué persona (en este caso qué mujeres) son más adecuadas para tomarlas en cuenta en la aprobación de entrega del programa social, y por tanto no surjan riesgo de incurrir en impago.

Palabras clave: Logit, Probit, impago, riesgo

1 Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango. Lic.cesarviga@gmail.com

2 Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango. iamaro@itdurango.edu.mx

3 Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango. amurillo@itdurango.edu.mx

4 Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico De Durango. Joseramon.valdez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Actualmente la sociedad se encuentra en una de las peores crisis económicas que se ha vivido en el país, teniendo con ello una gran cantidad de la población con problemas económicos, y ello derivado a la falta de empleos y oportunidades para de crear un nivel de vida modesto.

Los programas sociales que se desarrollan por parte del gobierno juegan un papel importante en la economía en la lucha contra la pobreza, puesto que, con tal ayuda a la sociedad, se logra que un número significativo de personas logren tener una entrada de dinero para tener un sustento del hogar. Algunos programas sociales están dirigidos a ciertos grupos de personas, por ejemplo, existen programas dirigidos a personas de la mayor edad, jóvenes estudiantes, mujeres solteras que son el sustento del hogar, entro algunos otros. La problemática que puede surgir en la entrega de los programas, es que con la falta de experiencia o conocimiento de las personas para el desarrollo de o el trabajo de los proyectos, éstos tienden a funcionar un periodo de tiempo muy corto o no llegan a funcionar como los dirigentes del gobierno lo tenían previsto.

Por lo que se busca con la aplicación de los modelos Logit y Probit que el gobierno tenga un punto de partida para analizar qué características deben de tener las personas aspirantes a la entrega de los programas sociales y lograr que el funcionamiento de los proyectos obtenga una mayor esperanza de vida.

MODELOS LOGIT Y PROBIT

Dentro del contexto de modelos de predicción encontramos algunos comúnmente utilizados por distintos investigadores, entre los que destacan: el modelo Logit y el modelo Probit.

Para Ucedo (2013) el modelo Logit es un modelo que permite obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso e identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades.

Este modelo es empleado cuando se desea comparar un grupo de variables independientes con una variable dependiente no métrica (dicotómica), por lo que su

posible respuesta es 0 (Fracaso, Ausencia de...) o 1 (Éxito, Presencia de...), por este motivo no se puede usar un modelo lineal.

De igual forma como Ucedo (2013) brinda una clara definición del modelo Probit que tiene similitud en gran parte con el modelo Logit. El autor menciona que el modelo Probit fue incorporado como una alternativa log-lineal para manejar conjuntos de datos con variable respuesta categórica binaria.

El análisis Probit es usado para analizar muchas clases de experimentos tipo dosis-respuesta (binaria) en una variedad de campos. Por ejemplo, en marketing alguien puede estar interesado en modelar preferencias de clientes por determinados productos (Compra/no compra) a partir de la aplicación de comerciales televisivos cada cierto número de minutos (dosis).

La transformación Probit actúa como una transformación de sigmoideo a lineal para poder ajustar el modelo de regresión.

Para Alarcón, Champa, & Mayhuasca (s.f.) los modelos Logit se comportan como una herramienta científica avanzada, genera instrumentos y procedimientos que permitirán validar, mejorar y actualizar los procesos estadísticos.

Son de respuesta binaria (0 y 1) se usan como un instrumento recomendable para calcular la probabilidad de respuesta, indicando la construcción y forma del modelo y el análisis de algunos estadísticos requeridos.

VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Cuando la variable dependiente es dicótoma, se necesita utilizar una variable ficticia para definirla; dicha variable consiste en asignar dos valores (0 y 1) a la variable dependiente, según sea su categoría, de allí la denominación de variables categóricas.

$$X = \begin{cases} 1 & X \geq n \\ 0 & X < n \end{cases}$$

X: Variable dependiente

$X \geq n$: si sucede entonces corresponde a la categoría 1.

$X \leq n$: si no sucede corresponde a la categoría 0.

VARIABLE INDEPENDIENTE.

Para la variable independiente hace algunas divisiones en cuanto a la información que utiliza en el trabajo para representar a la variable. Las definiciones que toma la variable son mostradas a continuación:

CONDICIONES PERSONALES Y SOCIOECONÓMICAS:

Género: variable cualitativa (mujer / varón).

Nivel de instrucción de los padres: variable cuantitativa que busca aproximar la condición socioeconómica del entorno familiar.

CONDICIONES ACADÉMICAS PREVIAS:

- Promedio de calificaciones del nivel medio (Promedio NM): variable cuantitativa.
- Tipo de Institución donde cursó estudios de nivel medio (Institución NM): variable cualitativa que distingue si el establecimiento es de gestión pública o privada.
- Localidad donde radica el establecimiento en que el estudiante cursó estudios de nivel medio (Localidad NM): variable cuantitativa que indica la densidad poblacional de la localidad.
- Titulación obtenida en el nivel medio: variable cualitativa que hace referencia a la titulación con que egresa el estudiante, diferenciando entre técnicos (en sus diferentes especialidades) y otras titulaciones.

DESEMPEÑO EN EL PRIMER AÑO DE CARRERA:

- Número de materias aprobadas en el primer año de carrera.
- Promedio de calificaciones del primer año de carrera.

METODOLOGÍA**APLICACIÓN MODELO LOGIT**

Sea la variable respuesta Y , la cual sólo puede tomar los valores $Y=1$ (presencia de la característica de interés) con probabilidad de ocurrencia igual a p y $Y=0$ (ausencia de la característica de interés) con probabilidad $1-p$. Además, sea la covariable

(variable predictiva o variable independiente) X , la cual puede ser categórica o continua.

Si la variable Y es el resultado de un experimento de Bernoulli, esto es, las observaciones son independientes, entonces la variable aleatoria tiene distribución de Bernoulli con:

$$E(Y/X = x) = p \text{ (esperanza condicional de } Y \text{ dado } X = x)$$

$$V(Y/X = x) = \pi(1 - \pi) \text{ (Varianza condicional de } Y \text{ dado } X = x)$$

Por lo tanto, la probabilidad de que $Y = 1$ es igual a la $E(Y/X = x) = \pi$ y puede ser calculada a partir de una distribución de probabilidad que tiene la forma de la curva sigmoidea, en particular esta curva puede ser la logística,

$$E(Y/X = x) = \pi = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}}$$

Donde $n = \beta_0 + \beta_1 x$ es el predictor lineal y la función de enlace canónico es:

$$\theta = \ln\left(\frac{E(Y)}{1 - E(Y)}\right) = \ln\left(\frac{\pi}{1 - \pi}\right)$$

Su representación como un modelo lineal generalizado, será:

$$\text{logit}(\pi) = \ln\left(\frac{E(Y/X = x)}{1 - E(Y/X = x)}\right) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X$$

Este modelo es útil en situaciones prácticas de investigación en que la variable respuesta puede tomar sólo dos valores, por ejemplo: desaprobado o aprobado; e interesa conocer la probabilidad de que un alumno esté desaprobado en función de su perfil de variables predictivas o factores de riesgo.

- **FUNCIÓN DE ENLACE LOGIT**

La función de enlace Logit será:

$$\pi_{ij} = \text{Prob}(Y_{ij}) = \frac{1}{1 + e^{-n_{ij}}}$$

Donde:

$$n_{ij} = \text{Logit}(\pi_{ij}) = \ln\left(\frac{\pi_{ij}}{1 - \pi_{ij}}\right)$$

Es el predictor lineal, el cual representa el logaritmo del Odds del suceso o evento de interés.

APLICACIÓN MODELO PROBIT

A diferencia de la regresión Logit que utiliza una función de enlace del tipo, logaritmo natural de los Odds Ratio, la función de enlace Probit es la inversa de una distribución normal estándar acumulada ($N(0,1)$).

La función de distribución acumulada de la normal estándar (Φ) se expresa:

$$g = \Phi(n) = P(Z \leq n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^n e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Donde:

$$n = X^T \beta$$

Sea la variable respuesta Y , la cual sólo puede tomar los valores $Y=1$ (presencia de la característica de interés) con probabilidad de ocurrencia igual a π . Luego, el modelo de regresión Probit se expresa como:

$$\pi = E\left(\frac{Y}{x}\right) = \Phi(n) = \Phi(x^T \beta)$$

Para linealizar la relación aplicamos la transformación inversa:

$$\Phi^{-1}(\pi) = \Phi^{-1}\left(E\left(\frac{Y}{X}\right)\right) = n = x^T \beta$$

Donde $n = x^T \beta$ es el predictor lineal y funcional de enlace canónico es.

$$\theta = \Phi^{-1}(\pi) = \Phi^{-1}(E(Y))$$

Su representación como un modelo lineal generalizado, será:

$$probit(\pi) = \Phi^{-1}(E(Y/x)) = X^T \beta$$

El modelo Probit permite llevar a cabo estudios en donde se cumple la existencia de una variable latente en donde se observa evidencia dicotómica.

- **FUNCIÓN DE ENLACE PROBIT**

La función de enlace Probit será:

$$Prob(Y_{ij} = 1) = \Phi^{-1}(n_{ij})$$

Donde:

$$n_{ij} = Probit(\pi_{ij}) = \Phi^{-1}(\pi_{ij})$$

Es el predictor lineal, y Φ es la Distribución Acumulada Normal (0,1).

Con esta función de enlace, la probabilidad ($Y_{ij} = 1 | \beta$) se encontrará en el intervalo de 0 a 1.

En una distribución Probit los residuos del nivel 1 poseen distribución normal con una media igual a cero y una variancia igual a 1.

MUESTRA

El desarrollo del trabajo que se presenta, se realizó a partir de una base de datos proporcionada por el INEGI, donde dicha organización clasifica todos y cada uno de los aspectos desde las viviendas; sus características, las personas que la habitan, hombres y mujeres, entre algunas características más. En el caso de estudio se tomaron en cuenta a todas las mujeres del municipio de Gómez Palacio con edad de 18 a 35 años, esto debido a que dentro de la convocatoria del programa Crédito Sí Mujer es uno de los requisitos con los que se debe de cumplir. Dentro de la muestra que se extrajo se encontraron una cantidad de muestra alta, por lo que fue necesario escoger una muestra significativa para realizar el estudio. Las mujeres fueron escogidas al azar dentro de todo el universo que se encontró, esto dependiendo de la muestra que arrojó la fórmula.

La muestra se compuso a partir de las 11,692 mujeres de Gómez Palacio, de las cuales 3,255 son mujeres con edad comprendida entre los 18 a los 35 años de edad. A partir de esta cantidad de mujeres de entre los 18 a 35 años, se aplica la fórmula de muestra finita para calcular el tamaño significativo de la muestra.

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

Donde:

N= total de la población (3,255).

Z²= nivel de confianza (95%=1.96).

p= proporción esperada (5%=0.05).

q= 1-p (1-0.05= 0.95).

d= margen de error (5%=0.05).

Una vez sustituidos los valores en la formula, el total de las mujeres que se tomaron en cuenta para el estudio fueron 71 mujeres las cuales cumplían con la característica principal de tener entre 18 y 35 años.

RESULTADOS.

Como primer paso se tuvo que realizar una tabla dentro de la cual contiene cada una de las variables, junto con las características de cada mujer. En las variables de si la mujer trabaja o no, su estado civil y la escolaridad se hizo una codificación para poder identificarlas con mayor facilidad: 1 si la mujer está casada y 0 si no lo está, 1 si trabaja y 0 si no trabaja, y en la escolaridad los años que acumula según su nivel educativo (ejemplo 13 si terminó la preparatoria).

Una vez que se tiene la tabla con cada uno de los datos ya clasificados se prosigue a exportarlos al programa con el que se realizará el cálculo de los modelos Logit y Probit, el cual es el STATA. Una vez realizada la exportación de la tabla al programa se prosigue al cálculo a través de comandos para sacar cada uno de los probabilísticos con los cuales se sabe si las variables son significativas para poder estimar los modelos.

Para que el modelo fuera estimado de buena manera fueron necesarias 4 interacciones:

Iteration 0: log likelihood = -46.639949

Iteration 1: log likelihood = -36.591794

Iteration 2: log likelihood = -36.157747

Iteration 3: log likelihood = -36.156082

Iteration 4: log likelihood = -36.156082

Figura 1. Resultados de la aplicación Logit y Probit. Fuente: Elaboración propia con el software STATA.

Logistic regression		Number of obs	=	71		
		LR chi2(3)	=	20.97		
		Prob > chi2	=	0.0001		
Log likelihood = -36.156082		Pseudo R2	=	0.2248		
y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
casada	-2.169292	.7178753	-3.02	0.003	-3.576302	-.7622821
edad	.2363126	.0808118	2.92	0.003	.0779243	.3947009
escolaridad	.1827897	.1092775	1.67	0.094	-.0313902	.3969696
_cons	-7.980322	2.9654	-2.69	0.007	-13.7924	-2.168246

Donde la LR chi2 con un 20.97 de los coeficientes son conjuntamente significativos para poder explicar la probabilidad de que las mujeres puedan estar trabajando en el mercado o bien trabajando en su propio negocio.

La probabilidad chi2 nos indica que se puede rechazar en un 0.01% la hipótesis de todos los coeficientes sea iguales a cero.

Y por último el Pseudo R2 con 22.48% el cual indica que la variación de la variable dependiente (mujer casada o no) puede ser explicada por la variación de las variables independientes (edad, estado civil, escolaridad).

En cuanto los valores que fueron contemplados para la estimación del modelo tienen un 78.87% que fueron correctamente calificados. Ante tal clasificación de los valores el modelo indica con un 30.9%, en promedio, de las mujeres tienen una probabilidad de estar trabajando en el mercado o en su negocio. Por lo tanto la probabilidad de que una mujer casada pueda estar trabajando son 88.5% menores que los de una mujer soltera.

Si la mujer está casada el Logit disminuye en -2.16 unidades. Por lo tanto este resultado nos indica una relación negativa entre el estado civil y la presencia en el mercado de trabajo.

Sacando el antilogaritmo del coeficiente $e^{(-2.169292)} = .1142585$ donde la interpretación de esta operación es que valores por arriba de 1 indican que existen mayores oportunidades de que ocurra el fenómeno (mujer trabaje) y si el valor es menos a 1 tiene el efecto contrario, en pocas palabras que tienen menos oportunidades de que la mujer este trabajando en el mercado.

Con los resultados del antilogaritmo podemos sacar que una mujer casada tiene 9 veces menos oportunidades de la mujer que se encuentra soltera ($1/0.1142585 = 8.75$).

Figura 2. Tabla logistic donde los resultados son los antilogaritmos de los coeficientes. Fuente: Elaboración propia con el software STATA.

y	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
casada	.1142585	.0820234	-3.02	0.003	.027979 .4666004
edad	1.26657	.1023539	2.92	0.003	1.081041 1.48394
escolaridad	1.200562	.1311944	1.67	0.094	.9690974 1.487311
_cons	.0003421	.0010145	-2.69	0.007	1.02e-06 .1143781

Se puede observar que la probabilidad individual de cada una de las mujeres de la muestra trabajada indica que el 27% de ellas se encontraría trabajando (tomando como referencia del 50% al 100% de probabilidades), mientras que el 73% de cada una de las mujeres se encuentra por debajo del 50% lo que en su momento se tomó como menos oportunidad de que se encontrara trabajando.

Por lo tanto, para que los grupos de mujeres que deben formarse para tener un negocio en funcionamiento deben contar con las siguientes características: estar solteras (89%), deben de tener de entre los 24 y 32 años de edad (79%), con una escolaridad que se encuentre cuando menos la secundaria terminada y mínimo hasta la licenciatura, así como una experiencia anterior o que se encontrara trabajando (79%). Dichos cálculos se tomaron en cuenta de los resultados de las mujeres que individualmente tienen la probabilidad de estar trabajando en el mercado (27%).

CONCLUSIONES.

Como se pudo notar, el uso y aplicación de los modelos descritos, puede hacer posible una mejor planificación de los programas gubernamentales.

Por lo que, si el gobierno tiene planificado entregar programas con el objetivo de ayudar a las personas, los resultados recabados en esta aplicación son de gran ayuda para evitar que dichos programas desaparezcan con rapidez por la falta de conocimiento o experiencia de parte de los integrantes que conformaran los grupos. Es entonces, con los resultados obtenidos, las personas encargadas de monitorear y dar seguimiento a los programas sociales entregados, tienen la facilidad de contemplar si el grupo de personas que se creó puede caer en una situación de impago y por lo tanto contraer problemas en la situación financiera del negocio.

Los modelos de elección binaria no solo pueden ser aplicados a programas de ayuda social por parte del gobierno, sino que, la aplicación de los modelos puede ir desde la investigación para casos como la pobreza; donde se puede investigar qué factores influyen para que la sociedad pueda caer en ella. La aplicación puede ser dentro de los mismos bancos o instituciones de préstamos, donde pueden generar información acerca de qué características deben tener las personas para ser

candidatas algún préstamo o financiamiento por parte de ellos. Al igual que puede ser aplicable a empresas para realizar predicciones sobre rendimientos bursátiles, que va desde el análisis entre la información financiera histórica y los rendimientos futuros de los valores de renta variable aceptable en el mercado bursátil

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, E. (2003). Modelos Probit y Tobit aplicados al estudio de la oferta laboral de los trabajadores secundarios en el Perú. 2-9.
- Alarcón, H., Champa, K., & Mayhuasca, V. (s.f.). Modelos con Variable Dependiente Discreta. 9-13.
- Alonso, J. (2009). Tutorial para la estimación de modelos Logit y Probit en Easyreg . 4-13.
- Concheiro, A. A. (2014). Métodos Prospectivos; manual para el estudio y la construcción del futuro. México, D.F.: PAIDÓS M.R.
- Ibarra, M. d., & Michalus, J. C. (2010). ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE UN MODELO LOGIT. 49-51.
- Lema, D. (s.f.). Modelos de Variable Dependiente Binaria -Logit y Probit-.
- Lemonte, A. J., & Venegas, L. H. (2005). Una comparación entre la inferencia basada en las estadísticas de Wald y razón de verosimilitud en los modelos logit y probit vía Monte Carlo. Revista Colombiana de Estadística, 78-82.
- Moreno, S. (2013). El Modelo Logit Mixto para la construcción de un Scoring de Crédito . 15-24.
- Pucutay, F. (2001). LOS MODELOS LOGIT Y PROBIT EN LA INVESTIGACIÓN SOCIAL. Centro de Investigación y Desarrollo, 20-24.
- Sanroman, G. (2010). Modelos eleccin discreta y variable dependiente limitada. 5-13.
- Támara, A., Aristizábal, R., & Velásquez, H. (2010). ESTIMACIÓN DE LAS PROVISIONES ESPERADAS EN UNA INSTITUTCIÓN FINANCIERA UTILIZANDO MODELOS LOGIT Y PROBIT. Ciencias Estrategicas, 260-268.
- Ucedo, V. H. (2013). COMPARACIÓN DE LOS MODELOS LOGIT Y PROBIT DEL ANÁLISIS MULTINIVEL, EN EL ESTUDIO DEL RENDIMIENTO ESCOLAR. 49-62.

APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA PROYECCIONES A LARGO PLAZO EN ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS

SALVADOR ENRIQUE ZÚÑIGA ROCHA¹, ISIDRO AMARO RODRÍGUEZ², ADRIANA ERÉNDIRA MURILLO³, EDMUNDO CASTRUITA MORÁN.⁴

RESUMEN

En la actualidad, existen diversos modelos matemáticos que se utilizan para la proyección de datos, tales como; los modelos: ARIMA, ARCH, GARCH y Redes Neuronales, que son y pueden ser empleados en los diferentes ámbitos organizacionales.

Cabe hacer mención, que los modelos matemáticos aplicados a la mayoría de las proyecciones, se enfocan al mediano plazo, por lo que se ve la necesidad de encontrar herramientas que puedan realizar proyecciones a largo plazo (mayor a cinco años) con cierto grado de certeza y precisión.

Es por eso, que en este trabajo se realiza una comparativa de datos a proyectar con diferentes modelos matemáticos (ARIMA, ARCH, GARCH y Redes Neuronales), utilizando datos ya proyectados, encontrados en una base de datos de Indicadores demográficos de Durango 1970 - 2050, para poder comprar los diferentes modelos y conocer cuál de ellos realiza la mejora proyección.

PALABRAS CLAVES: Modelo matemático, Proyecciones, Redes neuronales

INTRODUCCIÓN

Dentro de la planeación de una empresa, organización gubernamental, instituciones de investigación, entre otras, se utilizan diversas herramientas administrativas y tecnológicas que facilitan que dicha planeación sea exitosa e impacte de manera eficiente en las metas y objetivos de la organización en su conjunto. Dentro de estas

1 Tecnológico nacional de México / instituto tecnológico de Durango. Sezr0_1@hotmail.com

2 Tecnológico nacional de México / instituto tecnológico de durango.iamaro@itdurango.edu.mx

3 Tecnológico nacional de México / instituto tecnológico de Durango. Adrianamurillo1311@hotmail.com

4 Tecnológico nacional de México / instituto tecnológico de Durango. edcastm@hotmail.com

herramientas que utilizan los administradores, se encuentran los llamados “estudios del futuro”, dichos estudios parten del supuesto de que el futuro no se descubre, pero si se desafía. Dentro de esos estudios del futuro se encuentra la prospectiva (Bermúdez, 2011).

Tradicionalmente la proyección de datos está basada en modelos cuantitativos lineales, sea por métodos de promedios o regresivos, sin embargo, estos métodos tienen la limitante que su alcance temporal es muy corto y se requiere gran cantidad de datos para su elaboración. Dentro de la prospectiva para hacer la proyección de datos, no existe o no está definido la herramienta que pueda hacer las proyecciones a periodo de tiempo más largos (5 años o más). Por eso es necesario hacer una búsqueda/exploración de herramientas cuantitativas que cumplan con las características de proyección prospectivas, esto es una proyección a más largo tiempo, pero con un nivel de confianza estadísticamente alta.

La planeación demográfica, económica y social del país requiere de un conocimiento exhaustivo de la dinámica, el volumen, estructura y distribución de la población en el mediano y largo plazo. Las proyecciones de la población destacan por ser una herramienta valiosa para estimar requerimientos futuros de educación, salud, empleo y vivienda, así como de equipamiento e infraestructura de los asentamientos humanos, entre muchas otras necesidades sociales que la planeación exige dimensionar.

La prospectiva demográfica permite anticipar situaciones, eludir riesgos y aprovechar las ventajas del cambio demográfico, y con ello, aportar insumos relevantes en el diseño de estrategias, políticas, planes y programas para la construcción del país. La Secretaria General del Consejo Nacional de la Población tiene entre sus responsabilidades, como establece el Artículo 37, Fracción III, del Reglamento de la Ley General de Población, “Analizar, evaluar, sistematizar y producir información sobre los fenómenos demográficos, así como elaborar proyecciones de población” (CONAPO, Proyecciones de la población de México 2010-2050, 2012).

Por medio de una comparativa de los datos (Indicadores demográficos de Durango 1970 - 2050) a proyectar con los diferentes modelos matemáticos (ARIMA, ARCH,

GARCH y Redes Neuronales) se podrá mostrar que modelo puede proyectar los mejores resultados y poder utilizarlo como una propuesta.

Este trabajo se centra fundamentalmente en la comparativa de diversos modelos matemáticos, sin embargo, no emplea otro instrumento de recolección que no sea revisión bibliográfica y el análisis de los datos a experimentar que se realizara con ayuda de programas computacionales, los cuales harán la función de instrumento de análisis.

La primera empresa multinacional que empleó una de las metodologías de prospectivas, fue la petrolera Royal Shell en 1968. Anteriormente a esa fecha, Royal Shell sólo aplicaba métodos de pronóstico, lo que les impedía identificar e interpretar eventos cruciales para su industria como ocurrió en octubre de 1973 en Medio Oriente, que luego fue conocido como “la crisis del petróleo de 1973”. Al aplicar las técnicas de prospectiva, Royal Shell pudo visualizar esta proyección poco deseable y planear planes contingentes que fueron empleados en su momento. La mayoría de las grandes empresas internacionales, desde las automotrices hasta las líderes de la microelectrónica y las telecomunicaciones, así como bancos de inversión y trading companies, emplean la prospectiva para el planeamiento de mediano y largo plazo de sus operaciones (Martín, 2013).

Chen (2011) comparo el desempeño de modelos basados en series de tiempo y lógica difusas con un algoritmo también basado en series de tiempo, pero modificando las entradas a la variación del precio y el signo de la tendencia. En su aplicación al índice del mercado de valores de Taiwán se encontró que el modelo propuesto superaba en gran parte de los casos al pronóstico con modelos AR, ARMA y lógica difusa.

Engle (1982), planteaba la determinación de un proceso generador de datos que se muestra incompleto cuando la estacionalidad se verifica tan sólo en términos marginales, obviando una estructura significativa de correlaciones en los segundos momentos de la serie, que necesariamente deben ser tenidos en cuenta para la determinación final del proceso de formación de una serie de tiempo. Ante esta situación, se construye un sistema metodológicamente más completo en la especificación de una serie autoalimentada por su pasado. Las aportaciones de los

años inmediatamente posteriores irán por el camino de completar y mejorar esta definición estadística (GARCH, ARCH en media, IGARCH, etc.). El intenso empleo de los modelos tipo ARCH durante los años siguientes generó un gran número de aportaciones que posteriormente, se derivarían estadísticamente y no al contrario. Novales (2013) menciona que los modelos ARCH aparecen en los años 80 con el objeto de recoger los episodios de agrupamiento temporal de volatilidad que suele observarse en las series de rentabilidad de casi todo mercado financiero. Desde entonces, su variedad y su aplicación práctica ha crecido de manera espectacular. Y que hay precursores más antiguos Bachelier (1900) y Mandelbrot (1963,1967), cuyos trabajos comenzaron a caracterizar las propiedades estadísticas de los precios de activos financieros.

Del Carpio Gallegos, (2005) menciona que, el Dr. White, (1988) realizó un trabajo donde ilustra el uso de las Redes Neuronales Artificiales para la predicción de variables financieras. Esto al incrementado de estudios de las Redes Neuronales Artificiales aplicados a las finanzas. En tal sentido, se ha aprovechado la característica de las Redes Neuronales Artificiales, que establece que éstas pueden “aprender”.

MARCO TEÓRICO

Indicadores demográficos

Los indicadores demográficos muestran las dinámicas de población y sirven para conocer el panorama y distinguir las diferencias entre cada una, de modo que ofrecen una visión general que puede ayudar a identificar lugares que requieren intervención. Generalmente se obtienen por ciudad o país, o por una localidad determinada.

Modelo arima

Se llama así por sus siglas en inglés que significan “Autoregressive Integrated Moving Average” o en español “Modelos Autorregresivos Integrados de promedios Móviles. Los procesos ARIMA se aplican a series estacionarias; es decir, a series de tiempo con media y varianzas constantes (Box y Jenkins, 1976).

Los modelos pronósticos proceden directamente de la forma del modelo ajustado y es distinta de la mayoría de los métodos debido a que no suponen un patrón particular en los datos históricos de las series que han de pronosticarse. Si la variable endógena de un período “t” es explicada por las observaciones de ella mismas correspondientes a periodos anteriores añadiéndose como en los modelos estructurales un término de error. Esta es una metodología interactiva para identificar un modelo posible de una clase general de modelos, en el modelo seleccionado se ajusta correctamente si los residuales son pequeños, están distribuidos aleatoriamente y no contienen información útil. Si el modelo especificado no es satisfactorio, el proceso se repite mediante un nuevo modelo diseñado para mejorar el original y se sigue aplicando hasta que se encuentra un procedimiento satisfactorio

Modelo ARCH y GARCH

Los modelos ARCH tienen su origen en un artículo de Engle (1982), en el que se pretendía obtener una predicción adecuada para la inflación en el Reino Unido, sujeta a fuerte volatilidad y con períodos de especial calma o de especial agitación. Los modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva, ARCH, permiten ajustar la varianza de forma condicional, característica propicia para modelar aquellas series de tiempo en las que a menudo se presenta el fenómeno de acumulación de volatilidad; es decir, series que muestran lapsos con grandes variaciones durante determinados periodos de tiempo, seguidos de intervalos en los que se evidencia una calma relativa. Los modelos ARCH modelan la varianza condicional en función de los errores (ε_t) del pasado, y en caso generalizado de estos, donde la volatilidad no solo depende de los ε_t del pasado, sino además de la volatilidades anteriores, son los modelos GARCH.

GARCH es la abreviatura de Generalized Autorregresive Conditional Heterocedasticity y da nombre a la ampliación del modelo ARCH. Gálvez, Salgado, y Gutiérrez (2000) mencionan que, los orígenes de este tipo de modelo se remontan a los artículos de Robert Engle, que propone una formulación que es capaz de modelar la heterocedasticidad observada en las series de tiempo financieras. La

posibilidad de entregar una previsión de la varianza condicional de este tipo de series, ya que la condicionalidad implicaba introducir en un modelo la información precedente en los mercados financieros y, por consiguiente, reflejar la conducta de los agentes de estos mercados, como la formación de expectativas en cuanto a los precios, trajo como consecuencia un enorme desarrollo para este tipo de formulaciones.

De Arce (1998) menciona que en el artículo seminal de los modelos ARCH, Engle cita tres situaciones que motivan y justifican la modelización de la heterocedasticidad condicional Autorregresiva (nombre por él mismo dado). Estas serían las siguientes:

- La experiencia empírica nos lleva a contrastar períodos de amplia varianza de error seguidos de otros de varianza más pequeña. Es decir, el valor de la dispersión del error respecto a su media cambia en el pasado, por lo que es lógico pensar que un modelo que atienda en la predicción a los valores de dicha varianza en el pasado servirá para realizar estimaciones más precisas.
- En segundo lugar, Engle expone la validez de estos modelos para determinar los criterios de mantenimiento o venta de activos financieros. Los agentes económicos deciden esta cuestión en función de la información proveniente del pasado respecto al valor medio de su rentabilidad y la volatilidad que ésta ha tenido. Con los modelos ARCH se tendrían en cuenta estos dos condicionantes.
- El modelo de regresión ARCH puede ser una aproximación a un sistema más complejo en el que no hubiera factores innovacionales con heterocedasticidad condicional. Los modelos estructurales admiten, en multitud de ocasiones, una especificación tipo ARCH infinito que determina con parámetros cambiantes, lo que hace a este tipo de modelos capaces de contrastar la hipótesis de permanencia estructural que supone una de las hipótesis de partida y condición necesaria para la validez del modelo econométrico tradicional.

Engels establece tres situaciones que justifican el uso de los modelos ARCH:

- Decisiones relativas a activos financieros en los que se tiene en cuenta la rentabilidad media de los mismos y su volatilidad

- Existencia de periodos de gran variabilidad con respecto a un valor central frente a otros de escasa variabilidad
- No se trata de tendencia en la volatilidad
- Modelos con parámetros variables en modelos estructurales

Redes neuronales

Las redes neuronales son modelos matemáticos basados en la estructura neuronal del cerebro humano, las cuales le permite ir aprendiendo y posteriormente emitir un resultado. Las redes neuronales artificiales son utilizadas en la modelación de sistemas dinámicos no lineales, además, de ser utilizadas como herramientas para la predicción de tendencias y como clasificadora de conjuntos de datos.

Las redes neuronales artificiales, se construyen a partir de conexiones de unidades simples, donde cada unidad tiene un número de entradas con valores y produce un único valor real de salida, que puede llegar a ser, a su vez, un valor de entrada a otras unidades. Una de las tareas de una red neuronal consiste en simular las propiedades observadas en los sistemas neuronales biológicos a través de modelos matemáticos recreados mediante mecanismos artificiales (como un circuito integrado, un ordenador o un conjunto de válvulas). El objetivo es conseguir que las máquinas den respuestas similares a las que es capaz de dar el cerebro que se caracterizan por su generalización y su robustez (Mitchell, 1997, p. 82).

Programas y softwares

Para el análisis de datos y su proyección se utilizan los siguientes programas:

A. @RISK:

“*DecisionTools Suite* son una serie de programas integrados diseñados para analizar riesgos y tomar decisiones con elementos inciertos, que se ejecutan en Microsoft Excel. El *DecisionTools Suite* incluye al @RISK, el cual añade análisis de riesgos al Excel utilizando la simulación para mostrar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo, y le indica qué probabilidad hay de que se produzcan. Computa y controla matemática y objetivamente gran número de

escenarios futuros posibles, y luego le indica las probabilidades y riesgos asociados con cada uno”. (Palisade Corporation, 2017).

B. NeuralTools:

“El *DecisionTools Suite* incluye *NeuralTools* que es un sofisticado programa para la obtención de datos que utiliza redes neuronales en Microsoft Excel, puede hacer nuevos y precisos pronósticos basándose en los patrones de los datos conocidos imitando las funciones cerebrales para “aprender” la estructura de los datos, entendiéndo los datos puede tomar nuevos datos de entrada para hacer pronósticos inteligentes” (Palisade Corporation, 2017).

Se utilizó el programa @Risk para los modelos ARIMA, ARCH y GARCH, mientras que el programa NeuralTools se usó para las redes neuronales.

MARCO METODOLÓGICO

Base de datos

Tabla 1. Indicadores demográficos del estado de Durango, indicadores 1970-2050

Año	Crecimiento natural	Defunciones	Edad mediana	Esperanza de vida al nacer en hombres	Esperanza de vida al nacer en mujeres	Esperanza de vida al nacer en total	Hombres	Índice de Empequeñamiento	Mujeres	Nacimientos	Población a mitad de año	Razón de dependencia adulta	Razón de dependencia infantil	Razón de dependencia total	Tasa bruta de mortalidad	Tasa bruta de natalidad	Tasa de crecimiento natural	Tasa de mortalidad infantil	Tasa de mortalidad infantil	Tasa de mortalidad infantil	Tasa específica de fecundidad adolescente	Tasa global de fecundidad
1970	32506	10138	14.53	60.2	60.26	60.26	505581	7.33	480819	42644	981400	7.7	105.93	112.73	10.33	43.45	3.31	77.6	73.77	89.86	145.84	6.98
1971	33712	9441	14.52	61.23	62.49	61.85	511176	7.4	492375	43753	1007611	7.77	105.11	112.89	9.41	43	3.38	79.65	87.13	73.69	145.45	6.98
1972	34220	9445	14.54	60.82	63.4	62.07	521926	7.46	504120	43665	1020049	7.83	105.03	112.86	9.21	42.56	3.34	82.2	64.67	71.08	145.33	6.79
1973	34526	9437	14.6	60.53	64.25	62.32	532098	7.51	515882	43965	1048460	7.87	104.77	112.64	9	41.93	3.29	75.02	62.71	69.01	144.74	6.66
1974	34933	9133	14.69	60.64	66.12	63.23	543184	7.58	527653	44106	1070937	7.91	104.31	112.2	8.57	41.19	3.26	73.11	61.07	67.29	143.85	6.49
1975	35075	9034	14.82	61.04	66.78	63.76	553962	7.66	539442	44109	1093162	7.94	103.62	111.56	8.26	40.36	3.21	71.72	59.7	65.88	142.56	6.3
1976	34811	8975	14.99	61.09	67.4	64.07	563917	7.75	551051	44336	1114968	7.96	102.74	110.7	8.06	39.52	3.13	70.48	58.3	64.29	140.46	6.08
1977	34751	8909	15	61.36	68.29	64.62	573825	7.84	562432	43551	1138257	7.97	101.58	109.66	7.74	38.33	3.06	68.27	56.68	62.57	138.16	5.86
1978	34665	8653	15	62.02	69.13	65.36	583370	7.94	573597	43218	1159367	7.97	100.46	108.43	7.39	37.35	3	66.01	54.6	60.45	135.27	5.64
1979	34464	8448	15	62.28	69.67	65.76	592610	8.05	584546	42919	1177056	7.98	99.13	107.11	7.18	36.46	2.93	63.32	52.27	57.93	131.83	5.43
1980	34274	8403	15.02	62.53	69.86	66.03	601759	8.16	595699	42677	1191358	7.96	97.58	105.55	7.02	35.64	2.88	60.29	49.65	55.1	127.76	5.24
1981	34383	8184	15.4	63.3	70.65	66.78	611782	8.29	607187	42567	1218969	7.93	95.75	103.68	6.71	34.92	2.82	56.94	46.77	51.98	123.08	5.05
1982	34533	7977	15.83	64.02	71.46	67.55	622076	8.44	618015	42510	1241091	7.91	93.72	101.63	6.43	34.25	2.76	53.45	43.77	48.73	118.17	4.88
1983	34650	7849	16	64.89	71.63	68.12	632084	8.6	630607	42459	1262601	7.88	91.63	99.51	6.22	33.65	2.74	50.3	41.12	45.82	114.42	4.73
1984	34748	7741	16	65.51	72.12	68.89	641811	8.78	641927	42489	1283738	7.87	89.48	97.35	6.03	33.1	2.71	47.39	38.66	43.14	111.02	4.59
1985	34802	7684	16.24	66.14	72.23	68.88	651172	8.9	652945	42476	1304117	7.85	87.29	95.14	5.97	32.67	2.68	44.88	36.56	40.82	108.24	4.46
1986	34891	7581	16.81	66.6	72.93	69.66	660235	9.23	663694	42472	1323929	7.85	85.07	92.92	5.73	32.08	2.64	42.73	34.74	38.33	106.15	4.33
1987	34945	7539	17	67.05	73.26	70.06	669055	9.48	674203	42484	1343255	7.86	82.84	90.7	5.61	31.63	2.6	40.79	33.1	37.04	104.8	4.21
1988	35046	7456	17	67.33	73.47	70.2	677534	9.76	684425	42361	1363959	7.87	80.64	88.51	5.49	31.76	2.62	38.71	31.37	35.31	103.3	4.16
1989	35134	7364	17.55	67.52	73.67	70.51	685639	10.05	694324	42388	1379963	7.89	78.5	86.39	5.59	31.88	2.63	39.88	32.25	36.16	111.71	4.1
1990	35206	7322	18	68.11	74.14	71.04	692851	10.38	702615	42420	1395466	7.84	76.45	84.38	5.39	31.97	2.68	37.98	30.64	34.34	115.07	4.08
1991	34884	7196	18	68.83	74.76	71.72	698183	10.76	709314	42390	1408017	8.01	74.48	82.5	5.19	31.23	2.61	33.3	28.16	30.21	109.4	3.92
1992	36034	7284	18.48	69.12	75.1	72.03	706277	11.16	715652	42318	1420875	8.11	72.63	80.74	5.13	30.49	2.54	31.95	25.85	28.55	104.22	3.79
1993	35253	7348	19	69.33	75.14	72.17	710848	11.58	721584	42601	1432432	8.21	70.81	79.12	5.13	29.74	2.46	31.46	25.49	28.55	99.08	3.67
1994	34428	7387	19	69.45	75.43	72.37	716077	12.02	727107	41815	1441584	8.33	69.27	77.6	5.12	28.97	2.39	31.05	25.19	28.19	93.91	3.55
1995	33345	7528	19.51	69.36	75.42	72.32	720854	12.49	732182	40873	1443046	8.45	67.72	76.17	5.18	28.13	2.29	30.74	24.92	27.89	88.59	3.42
1996	32715	7425	20	69.71	76.86	72.71	723866	12.92	737660	40458	1445128	8.57	66.34	74.91	5.08	27.51	2.24	30.22	24.63	27.54	85.18	3.22
1997	32064	7289	20	70.05	76.4	73.14	723612	13.33	737859	39353	1445722	8.68	65.1	73.78	4.99	26.93	2.19	29.89	24.29	27.16	87.7	3.23
1998	31402	7174	20.43	70.42	76.91	73.53	723262	13.77	739635	38576	1445797	8.79	63.96	72.66	4.9	26.37	2.15	28.77	23.37	26.13	86.86	3.14
1999	30826	6973	21	71.08	77.25	74.1	722215	14.23	740797	37809	1445152	8.93	62.65	71.55	4.77	25.84	2.11	27.6	22.47	25.02	85.75	3.06
2000	30568	6749	21	71.93	77.86	74.84	725121	14.73	746384	37608	1447025	9.06	61.48	70.54	4.58	25.37	2.08	26.99	21.42	23.97	85.12	3
2001	30271	6755	21.34	72.38	77.95	75.17	732499	15.26	753635	37028	1446134	9.2	60.29	69.49	4.55	24.91	2.04	25.12	20.38	22.81	85.02	2.94
2002	29781	6698	21.88	72.42	78.02	75.18	740433	15.79	762343	36721	1445756	9.33	59.08	68.41	4.61	24.44	1.98	23.9	19.35	21.68	85.12	2.88
2003	29361	7118	22	72.44	77.94	75.15	748287	16.34	771081	36479	1519368	9.46	57.9	67.36	4.68	24.01	1.93	23.01	18.58	20.85	85.37	2.84
2004	29111	7145	22.19	72.77	78.21	75.45	756017	16.91	779630	36296	1538647	9.6	56.77	66.37	4.68	23.81	1.9	22.32	17.96	20.21	85.46	2.79
2005	28812	7489	22.86	72.94	77.99	75.23	763789	17.5	788245	36061	1552034	9.76	55.68	65.43	4.8	23.17	1.84	21.76	17.5	19.66	85.18	2.76
2006	28220	7609	23	72.71	78.27	75.49	772078	18.08	797581	35720	1570259	9.85	54.5	64.35	4.78	22.75	1.8	21.25	17.05	19.2	84.98	2.7
2007	27758	7828	23.11	72.41	78.19	75.25	782933	18.65	807620	35586	1585653	9.93	53.22	63.14	4.92	22.37	1.75	20.79	16.65	18.77	85.29	2.65
2008	27139	8189	23.76	71.89	78.24	74.98	793839	19.22	81979	35608	1611815	10.04	51.95	61.94	5.08	22.03	1.69	20.32	16.26	18.34	85.2	2.61
2009	26831	8694	24	71.46	78.06	74.88	806067	19.79	828324	35415	1633391	10.14	50.73	60.77	5.26	21.68	1.64	19.87	16.92	17.94	87.24	2.57
2010	26470	8893	24	71.22	78.07	74.55	818922	20.34	839689	35353	165112	10.11	49.71	59.62	5.38	21.34	1.6	19.46	16.61	17.58	88.44	2.53
2011	26248	9012	24.39	71.45	78.2	74.73	825555	20.78	852555	35269	1662348	10.18	48.97	59.15	5.38	20.98	1.56	19.05	15.3	17.23	87.28	2.49
2012	25998	9154	24.85	71.74	78.2	74.89	842919	21.17	865520	35152	1708439	10.24	48.36	58.59	5.36	20.58	1.52	18.65	14.96	16.83	85.71	2.46
2013	24816	9374	25	71.84	78.17	74.94	856497	21.58	878109	34999	1733006	10.31	47.79	58.11	5.41	20.19	1.48	17.84	14.48	16.24	83.87	2.42
2014	25124	9698	25	71.8	78.02	74.85	867799	22	890361	34822	1758160	10.39	47.25	57.64	5.52	19.81	1.43	17.3	13.98	15.63	81.71	2.39
2016	24427	10126	25.23	71.6	77.76	74.61	879565	22.41	902020	34553	1781575	10.48	46.74	57.22	5.68	19.39	1.37	16.33	13.7	15.36	78.79	2.36
2016	23785	10222	25.8	71.72	77.89	74.74	889662	23	912301	34058	1801963	10.6	45.07	56.67	5.7	18.9	1.32	15.11	13.35	14.97	74.95	2.3
2017	23298	10503	26	71.76	77.92	74.78	898125	23.62	921383	33801	1819494	10.77	45.23	56	5.77	18.58	1.28	16.38	13.26	14.49	72.62	2.27
2018	22625	10681	26.14	71.9	77.87	74.92	906278	24.71	930182	33406	1836460	10.97	44.39	55.36	5.82	18.14	1.23	15.98	12.93	14.85	70.52	2.22

Fuente: elaboración propia de los datos (CONAPO, Indicadores demográficos 1950 - 2050).

Los datos con los que se realiza las proyecciones son proporcionados por CONAPO, el documento es de tipo Excel y se encuentra información de cada estado, en este caso se tomó los del estado de Durango. Estos datos se encuentran en periodos anuales desde 1970 al 2018. Además, cuenta con una proyección ya

realizada por promedios móviles, con la que se realiza la comparación con los otros modelos matemáticos y así observar que modelo es el más eficiente para las proyecciones a largo plazo.

Dentro de los programas que incluye *DecisionTools Suite* se encuentra @Risk, que permite ajustar procesos de series de tiempo para varias series de tiempo simultáneamente con su herramienta de Ajuste por Lotes. Esto tiene dos ventajas con respecto a al uso de la herramienta Ajustar sobre cada una de las series de tiempo por separado. Primero, es más rápido. Sólo tiene que completar los diferentes pasos una sola vez, en lugar de tener que hacerlo una vez para cada serie. En segundo lugar, se pueden estimar las correlaciones entre las series de tiempo y usarlas en los pronósticos de valores futuros. Con este programa se puede realizar las proyecciones de ARIMA, ARCH y GARCH, pero se debe realizar cada modelo por separado, ya que el programa mostrara que modelo es el mejor en cada serie de datos, por lo que no se podrá hacer la comparativa, los pasos a realizar para cada modelo son los mismos, la única diferencia es seleccionar el modelo que se quiere proyectar.

El ajuste por lotes de los procesos de las series de tiempo con @RISK incluye cuatro pasos:

- 1) Definición de los datos de entrada
- 2) Especificación de los procesos que se van a ajustar
- 3) Comprobación de los ajustes de informe
- 4) Ejecución del ajuste e interpretación de los resultados

En la parte del Resumen de Ajuste de Series de Tiempo muestra las predicciones que se piden además de una gráfica o varias, dependiendo de las series que se seleccionaron para la predicción, como la mostrada en la figura 1.

Figura 1 "Resultados de la predicción

Resumen de ajuste por lotes de las series de tiempo: Modelo ARIMA					
AÑO	Crecimiento natural	Defunciones	Edad mediana	Esperanza de vida al nacimiento hombres	Esperanza de vida al nacimiento mujeres
Mejor ajuste (clasificado por AIC)	RiskARMA11(-0.40285,-185,-143.48)	RiskARMA11(8049.6,-189.81,0.96481,0.48847,10681,124.56)	RiskARMA11(0.22693,-0.19413,-0.25504,0.883,0.14,0.076873)	RiskARMA11(0.21081,-0.28558,-0.01901,0.59729,0.14,0.058697)	RiskARMA11(-0.022847,0.27254,-0.052435,-0.83848,0.11,0.28655)
AIC	664.6082	660.0195	-12.3741	25.063	20.2724
Gráfico					
2019	21928.50673	10648.7652	26.45698173	72.14721698	77.92992055
2020	21203.90589	10557.3133	26.6609605	72.35735671	77.78997679
2021	20450.43956	10469.10963	26.89379356	72.56824353	77.62653386
2022	19667.72549	10383.96084	27.11922126	72.77904701	77.4402041
2023	18855.58535	10301.80592	27.34651899	72.98983841	77.23105565
2024	18013.9575	10222.55089	27.57335005	73.20064666	76.99906509
2025	17142.93514	10146.10596	27.80033045	73.4114932	76.74426144
2026	16242.4429	10072.32518	28.02723682	73.62227665	76.46655633
2027	15312.45942	10001.171	28.25421375	73.83315241	76.16604809
2028	14353.05679	9932.486698	28.48112824	74.04395482	75.84270496
2029	13364.12249	9866.175926	28.70800764	74.25467492	75.49644629
2030	12345.73009	9802.314621	28.93499948	74.4655791	75.12742224
2031	11297.87609	9740.589045	29.16191618	74.67637061	74.73547967

Fuente: Elaboración propia del programa @Risk

Dentro de los programas que incluye *DecisionTools Suite* se encuentra *NeuralTools*, donde se puede realizar el análisis de las series de tiempo por medio de redes neuronales para realizar pronósticos, los datos en *NeuralTools* se estructuran en casos y variables. Se trabaja con un conjunto de datos, o un conjunto de variables estadísticas, que se encuentran en columnas contiguas con los nombres de las variables en la primera fila del conjunto de datos. Cada fila del conjunto de datos es un caso. Cada caso tiene un conjunto de valores de variable independiente y un valor conocido o que falta para la variable de salida dependiente. El trabajo de *NeuralTools* consiste en predecir los valores de variable de salida de los casos en los que no son conocidas.

Cuando se usa *NeuralTools*, las redes neuronales se desarrollan y utilizan en cuatro pasos:

- Preparación de datos: Los datos que se usan en *NeuralTools* se definen en conjuntos de datos. El Administrador de conjunto de datos se usa para configurar los conjuntos de datos para que se puedan utilizar una y otra vez con las redes neuronales.
- Entrenamiento: Con el entrenamiento se genera una red neuronal a partir de un conjunto de datos compuesto de casos con valores de salida conocidos. Estos datos son frecuentemente casos históricos de los cuales se conocen los valores de salida / variable dependiente.
- Prueba: Con las pruebas se comprueba la red neuronal para ver cómo realiza la predicción de los valores de salida conocidos. Los datos usados para las pruebas

son normalmente un subconjunto de los datos históricos. Estos subconjuntos no se utilizan para el entrenamiento de la red. Después de la prueba, se mide el funcionamiento de la red mediante estadísticas como el porcentaje de respuesta conocidas cuya predicción ha sido correcta.

- **Predicción:** Se usa una red neuronal entrenada para predecir valores de salida desconocidos. Una vez entrenada y probada, la red se puede usar para predecir salidas de datos de casos nuevos.

El entrenamiento y las pruebas son un proceso interactivo que a veces consume gran cantidad de tiempo. Normalmente se hace el entrenamiento varias veces con diferentes configuraciones para generar una red neuronal que obtenga los mejores resultados en la prueba. Cuando tenga la “mejor red” podrá usarla rápidamente para predecir (Palaside Corporation, 2010).

RESULTADOS

Mediante la utilización de los modelos ARIMA, ARCH, GARCH y redes neuronales, se observa que no todos los datos se pueden proyectar con los modelos. Esto se puede deber a diferentes problemas que se puedan presentar en cada uno de los datos.

Tabla 2 “Porcentajes de datos por cada modelo matemático”

Base de datos	Modelos matemáticos			
	ARIMA	ARCH	GARCH	Redes neuronales
Indicadores demográfico de Durango 1970 - 2050	70%	60%	60%	80%

Fuente: Elaboración propia de los datos proyectados
Propiedades e implementación de los modelos

En la tabla 3, se menciona las propiedades de los modelos, cuándo se pueden utilizar los modelos, y algunos puntos que se tienen que tener en cuenta al utilizarlos.

Tabla 3 "Tipos de modelos: propiedades, cuando usar y tener en cuenta"

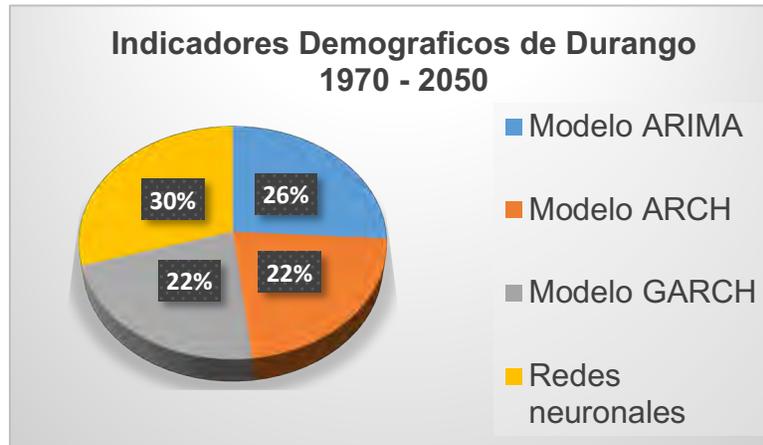
Tipo de modelo	Propiedades	Cuándo usar	Puntos para tener en cuenta
ARIMA	Una clase general de modelos que incluye caminos aleatorios, tendencias aleatorias, suavización exponencial estacional y no estacional y modelos autoregresivos; los pronósticos para la variable dependiente estacionaria son una función lineal de los rezagos de la variable dependiente y / o los rezagos de los errores	Cuando los datos son relativamente abundantes (4 temporadas o más) y pueden ser estacionarios de manera satisfactoria por diferenciación y otras transformaciones matemáticas; cuando no es necesario separar explícitamente el componente estacional (si lo hay) en forma de índices estacionales	Los modelos ARIMA están diseñados para expresar todas las autocorrelaciones de la serie temporal original; existe un procedimiento sistemático para identificar el mejor modelo ARIMA para cualquier serie temporal dada; las características de ARIMA y los modelos de regresión múltiple se pueden combinar de forma natural; Los modelos ARIMA a menudo proporcionan un buen ajuste a datos altamente agregados y muy abundantes; pueden tener un rendimiento relativamente bajo en datos desagregados, irregulares y / o escasos
ARCH-GARCH	Captura la heterocedasticidad presente en las series financieras lo que le permite estimar la volatilidad (riesgo) de estas series, esto quiere decir que aunque la serie sea estacionaria y tenga, por tanto, varianza constante, puede presentar oscilaciones a corto plazo Y GARCH es la combinación del modelo ARIMA-ARCH	Se emplean comúnmente en el modelado de series temporales que exhiben volatilidad variable en el tiempo y agrupamiento de volatilidad, es decir, períodos de oscilaciones intercaladas con períodos de relativa calma, un ejemplo sería los mercados bursátiles, ya que presentan alta volatilidad que se refleja en los desequilibrios del mercado de valores.	El modelo trata de la misma manera los cambios positivos y negativos, puesto que depende de los cuadrados de los cambios previos. Es demasiado restrictivo. A menudo sobre-predicen la volatilidad, porque responden lentamente a grandes shocks aislados que cambian la serie.
Redes neuronales artificiales	Una red neuronal típica tiene tres capas: una de entrada de datos, otra oculta donde se procesan los datos y una tercera de salida de los resultados. Cada una de las capas contendrá un número determinado de neuronas en función del diseño que haya decidido el analista y del tipo de trabajo que vaya a realizar la red. Todas las neuronas que contiene una capa se conectan con todas las neuronas de la siguiente capa. De esta manera, cuando una neurona obtiene un resultado, lo envía a todas las neuronas de la capa siguiente.	Se puede aplicar en cualquier tipo de proyección que se requiera, tanto en proyecciones de corto plazo como largo plazo. No se encuentran limitadas por el número de variables que se necesitan para su proyección.	Para obtener una mejor proyección de datos es necesario que la variable dependiente que se vaya a pronosticar, tenga varias variables independientes, de esta manera la proyección será más precisa y con menores errores.

Fuente: (Zúñiga Rocha, 2018)

Resultados de porcentajes de cada herramienta empleada

Se puede apreciar en la siguiente gráfica, que, con los cuatro modelos matemáticos, las redes neuronales pueden implementar una mejor proyección, por lo que se considera como el mejor método de pronosticación. No obstante, el modelo ARIMA, presenta también una buena competencia con las redes neuronales, pero al presentarse ciertas limitantes en las bases de datos, ocasiona el no poder proyectar correctamente el modelo.

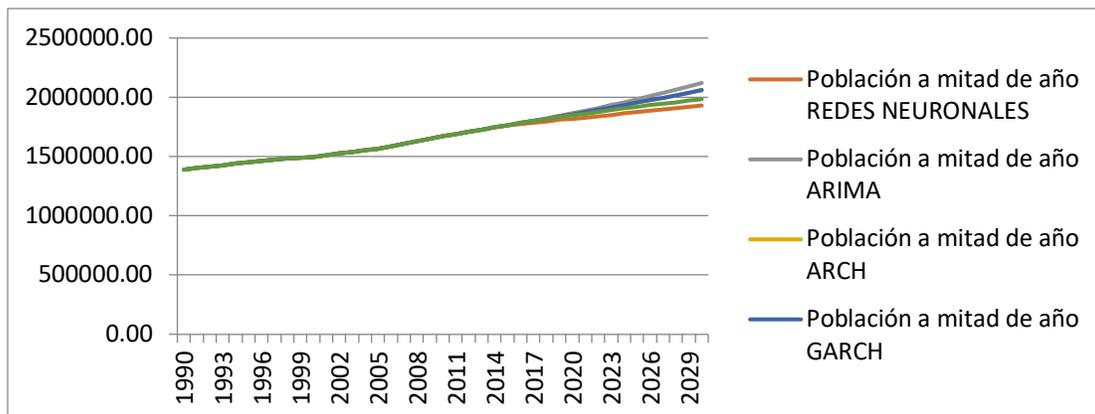
Figura 2 "Mejor implementación de los modelos en los datos de indicadores demográficos de Durango"



Fuente: Elaboración propia de los datos proyectados

Por último, se compararon los resultados de los modelos matemáticos con las proyecciones realizadas por la CONAPO.

Figura 3 "Comparativa de los modelos con las proyecciones de CONAPO"



Fuente: Elaboración propia de los datos proyectados

Tabla 4 "Comparativa de resultados de los modelos matemáticos con CONAPO"

Población a mitad de año					
Años	Redes Neuronales	ARIMA	ARCH	GARCH	CONAPO
2019	1833758.07	1853554.94	1859621.89	1859621.89	1852952
2020	1847303.96	1868870.37	1879767.92	1879765.73	1868996
2021	1867177.74	1882335.35	1897043.99	1897056.16	1884622
2022	1881650.02	1896049.03	1913787.79	1913815.95	1899856
2023	1902181.24	1910546.8	1936818.56	1936953.43	1914693
2024	1917516.98	1923794.28	1956736.53	1957082.71	1929168
2025	1938683.32	1935620.12	1973794.14	1974224.01	1943280
2026	1954570.61	1948039.45	1990347.04	1991069.41	1957036
2027	1976093.4	1961522.17	2013055.38	2013995.9	1970472
2028	1992592.69	1973979.82	2032777.27	2035239.03	1983563
2029	2014513.83	1985196.82	2049644.18	2054077.2	1996313
2030	2031084.07	1997153.52	2065989.98	2074301.49	2008714
2031	2052957.78	2010292.22	2088365.26	2099680.08	2020758
2032	2069054.25	2022501.28	2107844.44	2123507.86	2032424
2033	2089915.9	2033546.43	2124453.18	2152559.48	2043687
2034	2105195.95	2045392.04	2140547.9	2182426.91	2054510
2035	2125462.57	2058470.69	2162675.58	2203856.31	2064891
2036	2140112.23	2070661.03	2181919.44	2274361.57	2074805
2037	2159851.74	2081721.63	2198273.11	2330271.13	2084238
2038	2174404.57	2093610	2214121.55	2312844.48	2093176
2039	2193761.49	2106750.92	2236015.9	2471444.52	2101616
2040	2208168.62	2119020.56	2255003.95	2398232.54	2109527
2041	2227817.99	2130174.62	2271106.82	2412152.49	2116922
2042	2242503	2142167.08	2286711.33	2563766.24	2123779
2043	2262182.34	2155420.3	2308368.43	3115853.12	2130122
2044	2277142.34	2167809.39	2327114.63	3460080.67	2135932
2045	2297068.41	2179088.49	2342961.8	3911010.37	2141211
2046	2312478.01	2191211.38	2358313.19	4516922	2145963
2047	2332316.58	2204599.27	2379719.8	6782465.37	2150224
2048	2348086.43	2217125.88	2398218.18	8438321.36	2153977
2049	2368332.04	2228544.77	2413784.24	9405464.53	2157225
2050	2384338.91	2240809.42	2428891.77	14956338.1	2159967

Fuente: Elaboración propia de los datos proyectados

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas indican que las redes neuronales son mejores que los demás modelos, por lo que se puede considerar como un mejor modelo para la pronosticación, aunque no de manera absoluta, ya que entre más variables independientes tenga la variable dependiente, mejor será la predicción de los datos.

En general, el proceso de encontrar un modelo basado en redes neuronales es más complejo y delicado que el desarrollo de un modelo ARIMA, ARCH y GARCH, ya que implica el cálculo de más parámetros, y la estabilización de la red requiere mayores ajustes de cómputo y tiempo, ya que los resultados no siempre son los esperados, por lo que se deben ajustar los datos hasta conseguir los deseados.

Tal vez el modelo propuesto no proporcione los resultados de manera rápida que los otros modelos, pero podrá proporcionar resultados más exactos que los demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bachelier, L. (1900). Theory of Speculation. *Annales scientifiques de l'É.N.S.*, 21-86.
- Bermúdez, I. (24 de Febrero de 2011). *articulo.org*. Obtenido de *articulo.org*: http://www.articulo.org/articulo/35122/la_importancia_de_la_planeacion_pr_oespectiva_en_los_recurso_humanos.html
- Box, G., & Jenkins, G. (1976). *Time series analysis: forecasting and control*. Holden-Day, 575.
- Chen, Cheng, C., & Chiang, H. (2011). A novel Price-pattern detection method base don time series to forecast stock markets. *African Journal of Business Management*, 5188-5198.
- CONAPO. (Diciembre de 2012). *Proyecciones de la poblacion de México 2010-2050*. Obtenido de Taller Interinstitucional para la Conciliacion Demográfica y las Proyecciones de Población: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63977/Documento_Metodologico_Proyecciones_Mexico_2010_2050.pdf
- CONAPO. (s.f.). *Indicadores demográficos 1950 - 2050*. Obtenido de *Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050*: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>
- de Arce, R. (1998). *Introducción a los Modelos Autorregresivos con Heterocedasticidad Condicional (ARCH)*. I.L. Klein.
- Del Carpio Gallegos, J. (2005). LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LAS FINANZAS. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 28-32.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the. Variance of United Kingdom. *Econometrica*, 987-1008.
- Gálvez, P., Salgado, M., & Gutiérrez, M. (2000). OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS DE INVERSIÓN MODELO DE MARKOWITZ Y ESTIMACIÓN DE VOLATILIDAD CON GARCH. *Horizontes Empresariales*, 39-50.
- Mandelbrot, B. (1963, 1967). The Variation of Certain Speculative Prices. *The Random Character of Stock Market Price*, 297-337.
- Martín, F. (2013). LA PROSPECTIVA: Herramienta indispensable de planeamiento en una era de cambios. 1-6.
- Mitchell, T. M. (1997). *Artificial Neural Networks*. McGraw-Hill Science, Machine Learning, 86.
- Novales, A. (2013). *Modelos ARCH univariantes y multivariantes*. Universidad Complutense.
- Palaside Corporation. (Septiembre de 2010). Programa auxiliar de redes neuronales para Microsoft® Excel. Obtenido de Guía para el uso de NeuralTools: https://www.palisade.com/downloads/manuals/ES/NeuralTools5_ES.pdf

- Palaside Corporation. (2017). NeuralTools. Obtenido de Palaside: <http://www.palisade-lta.com/neuraltools/>
- Palaside Corporation. (2017). @RISK. Obtenido de Palaside: <http://www.palisade-lta.com/risk/>
- White, H. (1988). Economic Prediction using Neural Networks: the case of IBM Dailey Stock Returns. *Neural Networks in Finance and Investing*, 459-482.
- Yepes Piqueros, V. (7 de Enero de 2017). Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de ¿Qué es y para qué sirve una red neuronal artificial?: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2017/01/07/que-es-y-para-que-sirve-una-red-neuronal-artificial/>
- Zúñiga Rocha, S. E. (2018). Modelos de proyección prospectiva, una propuesta metodológica. Durango: Editorial Academica Española.

PRUEBAS DE IRRITABILIDAD DE UN SHAMPOO ORGÁNICO, A BASE DE PLANTAS NATURALES TALES COMO ALOE VERA (SÁBILA) Y JATROPHA DIOICA (SANGRE DE DRAGO).

BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA¹, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ², JESÚS ALONSO GÁNDARA MIRELES³, EVER ADRIÁN QUEZADA GUDIÑO⁴, JUAN PABLO IBARRA PIEDRA.⁵

RESUMEN

Un cuero cabelludo poco saludable tiende a volverse más debilitado y más propenso a quebrarse. En este sentido, el proyecto de investigación se basa en la elaboración de un champú a base de dos plantas naturales principalmente, como son el aloe vera (sábila) y jatropha dioica (sangre de drago). Una de las principales propiedades de estas plantas es que gracias a sus ingredientes activos ayuda a disminuir la caída del cabello y que éste crezca, situación que se ha podido corroborar de manera empírica, es por ello que se pretende comprobar en primera instancia las reacciones de irritabilidad que pudiera tener el champú. Los estudios preliminares se realizaron en piel de conejo pretendiendo pasar a cuero cabelludo en humanos para pruebas siguientes. También se realizaron estudios para verificar el crecimiento del cabello comparándolo con champús comerciales de uso cotidiano destinados para la caída del cabello y la inhibición del crecimiento del hongo de la caspa. Obteniendo resultados satisfactorios

ABSTRACT.

An unhealthy scalp tends to become more weakened and more prone to breakage. In this sense, the research project is based on the development of a shampoo based on two natural plants mainly, such as aloe vera (aloe vera) and jatropha dioica (dragon's blood). One of the main properties of these plants is that thanks to

¹Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. bmagali@hotmail.com

²Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. pem_mac@hotmail.com

³Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Alonso_930@hotmail.com

⁴Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Ever.quezada1994@hotmail.com

⁵Tecnológico Nacional De México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Pablojuan_96@hotmail.com

its active ingredients helps to reduce hair loss and that it grows, a situation that has been corroborated in an empirical manner, that is why it is intended to check the reactions of irritability that the shampoo might have. Preliminary studies were performed on rabbit skin pretending to pass to the scalp in humans for subsequent tests. Studies were also carried out to verify the growth of hair by comparing it with commercial shampoos for daily use intended for hair loss and the inhibition of the growth of the dandruff fungus. Obtaining satisfactory results

PALABRAS CLAVE: aloe vera, Jatropha, dioica, irritabilidad, crecimiento de cabello, hongo de la caspa.

KEY WORDS: aloe vera, jatropha dioica, irritability, hair growth, dandruff fungus

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe alta incidencia de caída de cabello y el desarrollo del hongo de la caspa, tanto en el sexo masculino como femenino, siendo muchas las causas que originan como: la genética, factores nutricionales y el estrés permanente en el que vivimos, el uso de medicamentos por diversos tratamientos como la depresión o por del contacto de químicos en el cuero cabelludo por diversos tratamientos en el cabello. (Giménez, 2014).

En México y otros países el tema de la calvicie es preocupante, afectando a personas de todas las clases sociales. Se sabe que el cabello cumple una función importante en el ser humano y mejora la apariencia personal pues cumple una función protectora. Por ello es necesario buscar sustancias naturales de plantas que puedan estimular el crecimiento de cabello y fortalecer los folículos pilosos para evitar o retardar la pérdida de cabello. En virtud estos problemas que se presentan cada día con mayor frecuencia en hombres y mujeres y dado que son pocas las formulaciones que ofrecen una solución real para coadyuvar con el tratamiento contra la caída del cabello y la inhibición del hongo de la caspa, se realizó la caracterización de extractos puros de sábila (Aloe Vera) y Sangre de Drago (Jatropha dioica) por pruebas taxonómicas y cromatografías de capa fina. Se investigaron los activos de la sábila (aloe vera) como de la sangre de drago (Jatropha dioica), tienen la propiedad de estimular el crecimiento del cabello.

La xantofila de aloe vera tiene la capacidad de protección contra los rayos uv. (Báez*, 2007). Los taninos que contiene jatropha dioica son responsables de la actividad antimicrobiana y a su acción antioxidante que ayuda a proteger a las células ante los radicales. (Aquino, 1900). Poca gente sabe que el champú nació por la necesidad de aliviar problemas de salud, pues antes las sustancias empleadas para limpiar el cabello causaban irritación de la piel o producían alergias. Los champús se encuentran, sin duda, entre los artículos más demandados en el mercado de productos de cuidado e higiene personal. Aunque casi todo el mundo sabe cómo usarlo, pocos conocen la historia del champú, es decir, ignoran que su origen se debió más que a la búsqueda estética, a la casualidad y la necesidad de contar con productos

de higiene personal menos agresivos que los empleados hasta hace menos de 100 años. El champú es un producto relativamente joven, cuyo uso debemos a un peluquero alemán que vivió a finales del Siglo XIX. Tal y como lo conocemos, el champú surgió en Estados Unidos a finales del decenio 1920-1930, cuando se le integraron ciertos ingredientes usados hasta entonces con fines industriales, denominados espumógenos. De ahí cruzó de nueva cuenta el océano, durante la segunda guerra mundial, cuando las tropas estadounidenses que viajaban a Europa llevaron miles de muestras que regalaban a la gente junto con chocolates y alimentos enlatados

. (Moura, 2016) El cabello se ha convertido en los últimos años en una de las partes del cuerpo más cuidada tanto por hombres como por mujeres, y en uno de sus principales atractivos en las relaciones personales y sociales. Actualmente existe en el mercado gran variedad de champús para calvicie y para combatir el hongo de la caspa entre las que destacan: shampoo Cre-C Max, Shampoo Tío Nacho, Sistema GB, Head Shoulder, Medicasp, entre otros.

¿QUÉ ES LA CALVICIE?

La calvicie es el término científico utilizado para designar a la caída temporal o definitiva, general o parcial del cabello o del pelo. Deriva del término griego alopec (zorra), ya que este animal tiene una enfermedad característica que le produce la

caída de todo el pelaje. La calvicie se evidencia clínicamente cuando la pérdida de cabello se cifra en un 50%, tiene su origen en causas distintas y se manifiesta de forma diferente en la persona que la presenta.

GENERO DE LA SÁBILA

El Aloe Vera pertenece a una familia de más de 200 especies llamado Aloeneae de la familia Liliaceae originaria de África pero que crecen en Europa y las Américas, ya sea por dispersión natural, o bien porque fueron introducidos por sus múltiples ventajas y actualmente están siendo objeto de cultivo comercial. Del género Aloe se han descrito aproximadamente 320 especies, entre las cuales destaca la sábila (Aloe vera (L) Burm) motivo de nuestro estudio. En México las especies cultivadas más frecuentes son: Aloe Vera y Aloe Ferox.

XANTOFILAS QUE CONTIENE EL ALOE VERA

¿QUÉ SON LAS XANTOFILAS?

Las xantofilas, son compuestos químicos parecidos a los carotenos, y a diferencia de estos últimos además de contener carbono e hidrógeno contienen uno o más átomos de oxígeno dentro de la molécula, pero al igual que los carotenos, presentan colores llamativos (rojo, naranja y amarillo).

¿PARA QUÉ SIRVEN LAS XANTOFILAS?

Los carotenos y xantofilas tienen la propiedad de ser antioxidantes, esto es detienen la acción de moléculas perjudiciales en la célula llamadas radicales libres. Los radicales libres son moléculas que tienden a hacer travesuras en células que no estén protegidas de los antioxidantes como los carotenos y xantofilas. (Báez*, 2007)

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SÁBILA

La especie del género Aloe contiene una mezcla de glucósidos llamados Aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta. El contenido de aloína en la planta puede variar según la especie, la región y la época de recolección. El principal constituyente de la Aloína es la barbaloína, un glucósido amarillo pálido

soluble en agua. Otros constituyentes son la emodina isobarbaloína, betabarbaloína y resinas. El olor es debido a trazas de un aceite esencial.

PROTEGE DE LOS EFECTOS DE LA RADIACIÓN

El Aloe protege la piel del daño producido por rayos x, según investigadores de la Universidad de Hosni en Japón y que publicó el diario Yakugaku Zasshi. Encontraron que el Aloe era un antioxidante eficaz, absorbiendo los radicales libres causados por la radiación, y que protegía dos de las sustancias del cuerpo, el Dismutase Superoxide (una enzima antioxidante) y el Glutathione (un aminoácido que estimula el sistema inmune).

NATURALEZA QUÍMICA DE JATROPHA DIOICA

El presente documento resume y analiza información que sustenta el uso de la *Jatropha dioica* como fuente potencial de nuevos agentes antimicrobianos y antioxidantes, para piensos a futuro en el aprovechamiento Industrial, ya que hasta la fecha esta planta sólo se usa de manera endémica y empírica. Industrial, ya que hasta la fecha esta planta sólo se usa de manera endémica y empírica.

El presente documento resume y analiza información que sustenta el uso de la *Jatropha dioica* como fuente potencial de nuevos agentes antimicrobianos y antioxidantes, para piensos a futuro en el aprovechamiento Industrial, ya que hasta la fecha esta planta sólo se usa de manera endémica y empírica. En el semidesierto mexicano la especie más dominante es *Larrea tridentata*, junto a las especies *Fouquieria splendens*, *Optunia sp.* y *Jatropha dioica* como especies dominantes (Sosa y col., 2006). Estas plantas son usadas en la medicina tradicional de manera endémica y hasta la fecha no existe una metodología específica para el manejo de estas especies (Garza y Rodríguez, 2008).

TANINOS QUE CONTIENE JATROPHA DIOICA

El principal uso medicinal que con mayor frecuencia se da a esta planta es para evitar la caída del cabello debido a su carácter astringente principalmente a los taninos responsables de la actividad antimicrobiana y a su acción antioxidante que

ayuda a proteger a las células ante los radicales libres y permiten reducir el riesgo de enfermedades degenerativas en el cuero cabelludo (Aquino, 1900).

ENDÉMICOS DE JATROPHA DIOICA

El uso medicinal que con mayor frecuencia se da a *J. dioica* es para evitar la caída del cabello para lo cual se cuecen los tallos, la planta entera o la raíz machacada en agua, y con este líquido se enjuaga el cabello después de lavarlo. Otra forma de uso es hervir la planta para aplicarla en forma de cataplasma, o bien sólo se cuece. (BDMTM, 2009).

ASPECTO QUÍMICO DE JATROPHA DIOICA

J. dioica es una especie muy poco estudiada. Las únicas investigaciones que existen se han hecho por científicos mexicanos en colaboración con extranjeros, siendo relativamente antiguas. Sin embargo, de la raíz se han identificado tres diterpenos, la citlalitriona, jatrofona, y riolosatriona y un esteral, el R-sitosterol.

De las raíces se obtiene un aceite esencial, resina, saponinas, un alcaloide y ácido oxálico. De los tallos emana un látex rico en taninos.

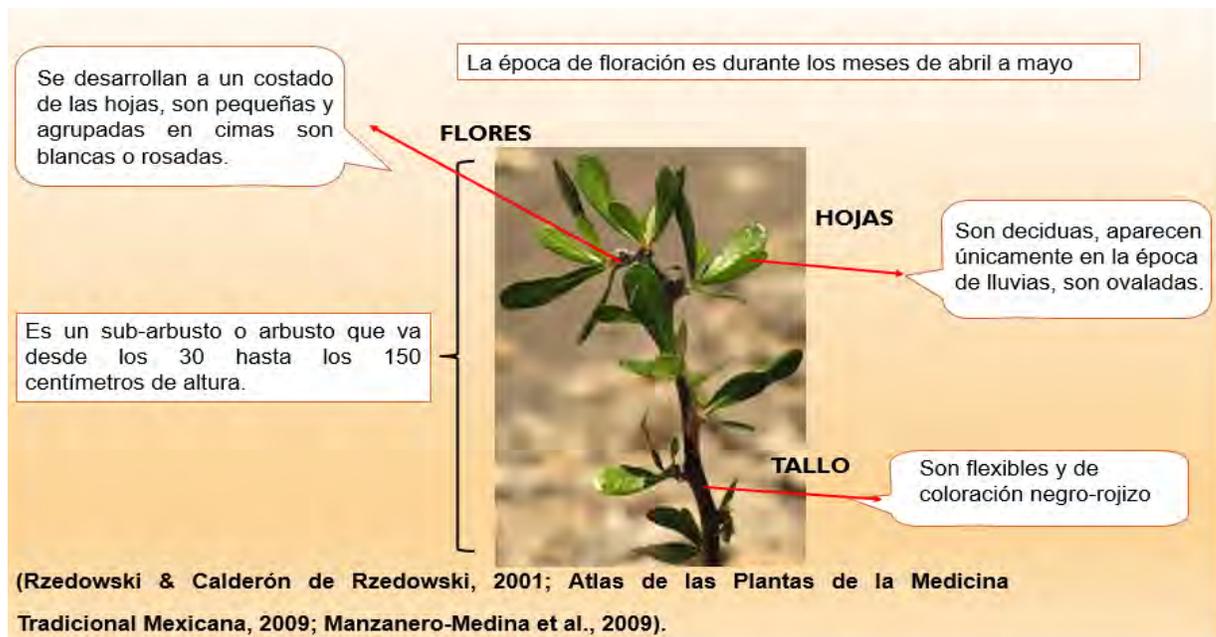
Además, se ha demostrado que extractos acuosos de la raíz ejercen una actividad antibiótica contra *Staphylococcus aureus* (BDMTM, 2009). Recientemente (Aguilera y col. (2008) cuantificaron uno de los taninos presentes en *Jatropha dioica*, específicamente el ácido pelágico, reportando una concentración de 0.81 mg g⁻¹ de planta por lo que puede ser considerada como una importante fuente alternativa de dicho compuesto debido a sus propiedades relacionadas a la salud, como acciones antiesteroescleróticas, propiedades anti carcinogénicas resultando en una reducción de cáncer de colon humano, próstata, cervical, lengua, esófago y piel y con propiedades en la industria alimentaria como agente antioxidante. A pesar de que esta planta contiene ácido elágico, se podría suponer que éste no es uno de sus compuestos principales debido a las bajas concentraciones en las que se encuentra. Esto realza todavía más la importancia de la investigación de *Jatropha dioica* al pensar en la presencia de compuestos distintos aún no explorados y con mayor relevancia. (Pérez y col. (2008) resaltan que el aprovechamiento sustentable

de los recursos del semidesierto mexicano puede ser asegurado mediante una explotación controlada de las fuentes naturales y el empleo de técnicas de obtención en las cuales los daños a la salud y el medio ambiente sean disminuidos.

JATROPHA DIOICA

Jatropha dioica es una planta originaria de México, también comúnmente conocida como sangre de drago, sangre de grado o sangre gado. Es un arbusto de 50 cm a 1.50 m de altura y debe su nombre común a que tiene un jugo incoloro que cambia a oscuro al contacto con el aire. (BDMTM, 2009, UAQ, 2009).

Figura # 3: Composición física de la planta *Jatropha dioica*.



HISTORIA, TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL HONGO (PITYROSPORUM OVALE)

Eichstedt, en 1846 fue el primero en reconocer la naturaleza fúngica de la pitiriasis versicolor (PV), y quien describió la presencia de levaduras y micelios en materiales obtenidos de pacientes con esta afección. Robín, en 1853, lo nombró *Microsporon furfur*, al observar células redondeadas en la piel de pacientes con caspa.

En 1874 Malassez informó sobre células brotantes de varias formas en el estrato córneo de pacientes con diversas enfermedades de piel. Casi medio siglo después de conocida la etiología de la PV. Baillon, en 1889, creó el género *Malassezia* en

honor a Malassez, con *Malassezia furfur* (*M. furfur*) como especie tipo. La denominación de la especie hace alusión a las finas escamas, de consistencia furfurácea o parecida al salvado, que se desprenden de las lesiones en esta afección. En 1904 Sabouraud enfatizó sobre la presencia de dos morfologías en las preparaciones de materiales de lesiones de piel. Creó el género *Pityrosporum* para la fase levaduriforme y mantuvo el nombre de *M. furfur* para la micelial.

Para complejizar más la situación, la morfología variable de las levaduras llevó a algunos taxónomos a separarlas en dos especies. Castellani y Chalmers en 1913, llamaron *Pityrosporum ovale* (*P. ovale*) a la forma oval y en 1951 Gordon denominó *P. orbiculare* a las levaduras esféricas presentes en piel con y sin lesiones. Este fue el primer indicio de que el agente de la PV formaba parte de la biota normal de piel. *P. orbiculare* fue asociado a PV, y *P. ovale* a pitiriasis capitis (caspa) y dermatitis seborreica (DS). Por largo tiempo muchos autores creyeron que las levaduras y el micelio que observaban en las preparaciones microscópicas de materiales clínicos eran distintos organismos. En 1925 Weidman introdujo el nombre de *P. pachydermatis* para una especie no lipofílica aislada de animales, a la cual Dodge en 1935 propone incluirla dentro del género *Malassezia* (26). Castellani y Chalmers, en 1913, fueron los primeros que lograron cultivar el agente de la PV. Benham, en 1939, fue quien por primera vez notó la necesidad de sustancias grasas exógenas en el medio de cultivo. Shifrine y Marr, en 1963, demostraron la incapacidad de este organismo para producir ácidos grasos de cadena corta, siendo ésta una condición *sine qua non* para su desarrollo. Esto permitió la formulación de medios de cultivo y mantenimiento, importantes para el estudio de la bioquímica, taxonomía y fisiología de este género desconocido (7, 16, 45). En posteriores estudios se observó la inestabilidad de las formas oval y redondeada y que éstas podían cambiar de una a otra, según el medio o las condiciones de cultivo. También se aceptó la relación entre la fase levaduriforme y micelial y la posibilidad de conversión entre ellas. Esta situación fue resuelta a fines de la década del 70 cuando diferentes grupos independientes indujeron *in vitro* la producción de micelio a partir de la levadura. Posteriormente, en 1986, estudios micológicos, inmunológicos y análisis genéticos, confirmaron la inestabilidad morfológica de este hongo y que la levadura (oval o

redondeada) y el micelio eran sólo estados simples del complejo ciclo de vida de un mismo hongo. *M. furfur* describía entonces sólo la fase micelial de un hongo cuyas, fases levaduriformes recibían los nombres de *P. ovale* y *P. orbiculare*, según su morfología. A partir de ese momento se deja sin efecto el uso del término *Pityrosporum*, adoptándose la denominación de *Malassezia* para cualquiera de las formas que se observen de este hongo (13, 19, 27, 37, 45, 56, 63, 68, 76). En 1989, Guého y Meyer confirman la sinonimia de las especies *P. ovale* y *P. orbiculare* al demostrar una complementariedad ADN/ADN superior a 85% (29, 30). En 1990 Simmons y Guého presentaron una nueva especie lipofílica, *M. sympodialis*, en base al bajo contenido G+C (54% comparado con 66% de *M. furfur*) y a la gemación simpodial (71). Guillot y Guého en 1996, a través de técnicas de biología molecular, secuenciando el RARN y por comparación del ADN nuclear introdujeron 4 especies más (30, 34). A partir de ese momento, estudios genómicos y ribosomales permitieron conocer, caracterizar y clasificar las especies que hasta hoy componen este género. *Malassezia* actualmente está conformado por 11 especies: *M. furfur*, *M. sympodialis*, *M. globosa*, *M. restricta*, *M. obtusa*, *M. slooffiae*, *M. dermatitis*, *M. yamatoensis*, *M. japonica*, *M. pachydermatis* y *M. nana*. También se ha postulado a *M. equi*, aunque hasta el momento se considera como una especie tentativamente nombrada pero todavía no formalmente descrita (30, 44, 64, 73, 74, 75). La aplicación de técnicas moleculares, especialmente. Secuenciación de ADN ribosomal, ha permitido también encontrar la posición taxonómica del género. *Malassezia* ha sido incluido dentro del orden Malasseziales, clase Ustilagomycetes, phylum Basidiomycota y hasta la actualidad no se han descrito teleomorfos. (GIUSIANO, 2006). Debido a que la formación de la caspa puede ser consecuencia de un proceso multifactorial, las formulaciones anticasca actuales se presentan en diferentes formas cosméticas y contienen varios principios activos encaminados a corregir individualmente cada una de las causas que pueden originarla y aliviar sus consecuencias.

Principales activos

Se ha encontrado que los principales activos utilizados con esta finalidad son los siguientes:

- Anti fúngicos. Inhiben la proliferación de microorganismos, especialmente frente la levadura *Malassezia furfur*.
- Citostáticos. Regulan el ciclo de renovación celular del cuero cabelludo.
- Anti seborreicos. Normalizan la secreción de las glándulas sebáceas.
- Queratolíticos. Eliminan la acumulación de escamas del cuero cabelludo.
- Los Anti fúngicos de uso tópico en el tratamiento de micosis cutáneas y Caspa.

Las micosis superficiales están entre los principales motivos de las consultas Dermatológicas y la caspa es una queja común a la gran parte de los individuos en algún momento de la vida. Tales problemas son causados y / o agravados por hongos. Con el objetivo de verificar cuál es la demanda y cuáles son los principales anti fúngicos utilizados en productos. Se han evaluado en este estudio todas las formulaciones de uso externo Producidas en una farmacia de manipulación en la ciudad de Londrina, Estado de Paraná, en el primer semestre de 2006. Entre los diferentes productos, los anti fúngicos fueron los más solicitados, comprendiendo el 17,19% de la producción, siendo los activos más utilizados: ketoconazol, piritionato de zinc, violeta de genciana y miconazol **(FULGENCIO RABITO & TORRADO TUITRI, 2009)**

OBJETIVO GENERAL

Caracterización de extractos puros de sábila (*Aloe Vera*) y sangre de drago (*Jatropha dioica*) por pruebas taxonómicas y cromatografía en capa fina, así como observar el daño y grosor del cuero cabelludo en conejos mediante un microscopio.

objetivos específicos.

Caracterización de aloe vera y sangre de drago por taxonomía.

Caracterización de aloe vera y sangre de drago por cromatografía en capa fina.

Observar el daño del cuero cabelludo en conejos.

Observar el grosor del cuero cabelludo de los conejos mediante un microscopio.

Comparación del crecimiento del pelo de los conejos entre marcas mas comerciales y el producto desarrollado (nuestro)

Evaluar la inhibición del hongo pityrosporum ovale

hipótesis planteadas

En base a las investigaciones y desarrollo del proyecto se pretende comprobar las siguientes hipótesis:

H1: El champú natural hecho a base de sábila y sangre de drago, estimulan el crecimiento del cabello.

H2: El champú natural hecho a base de sábila y sangre de drago, no irritan el cuero cabelludo

H3: El champú natural hecho a base de sábila y sangre de drago, inhiben el hongo de la caspa.

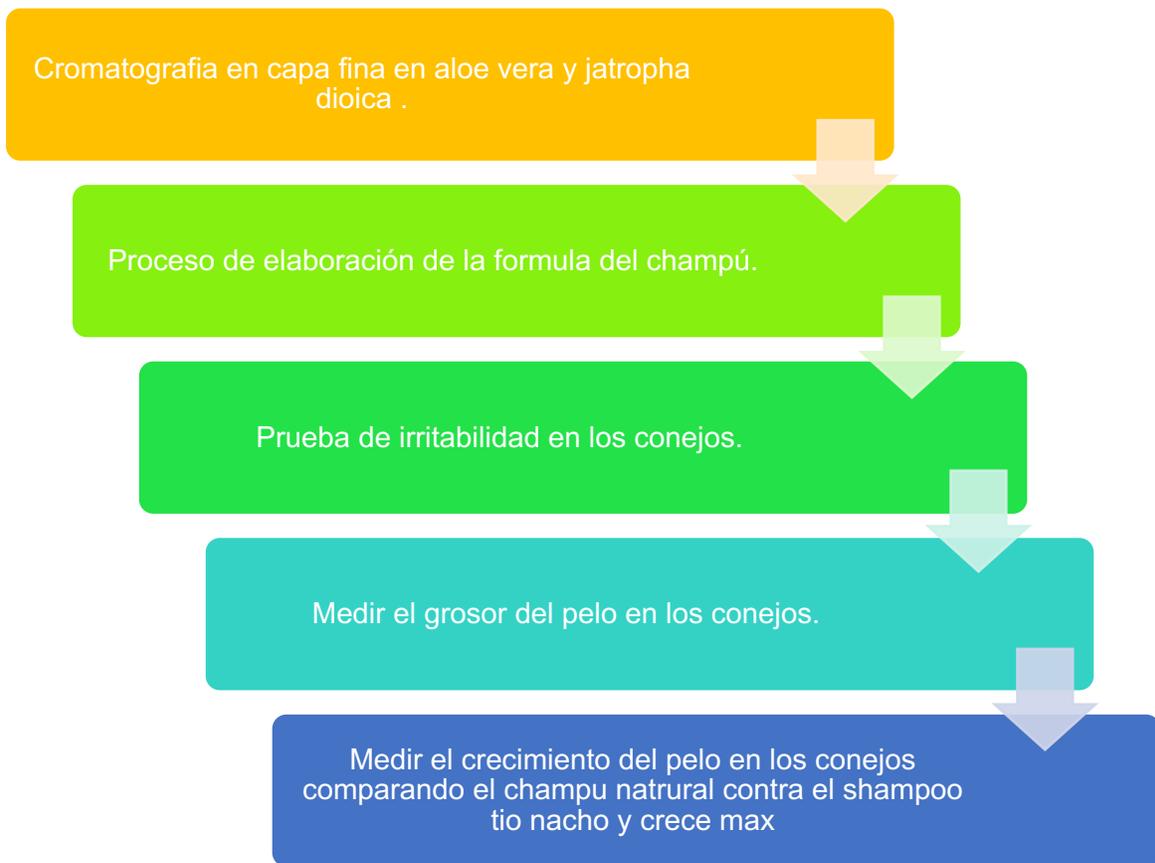
JUSTIFICACIÓN

Este problema se justifica por la necesidad que se presenta cada día con mayor frecuencia en hombres y mujeres con problemas de calvicie no cicatrizal del medio ambiente, se realizará con el fin de beneficiar a las personas ayudando a revitalizar y fortalecer su cuero cabelludo otorgándole crecimiento y grosor, además de inhibir el hongo de la caspa. Hoy en día son pocas las formulaciones que ofrecen una solución real para coadyuvar con el tratamiento contra la caída del cabello y el hongo de la caspa, para lo cual se llevó a cabo un proyecto que tiene por nombre “Pruebas de irritabilidad de un shampoo orgánico, a base de plantas naturales tales como aloe vera (sábila) y jatropha dioica (sangre de drago).” Por lo que la formula será elaborada con extractos puros de aloe vera (barbadensis Miller) la cual tiene la capacidad de protección contra los rayos uv, y sangre de drago (jatropha dioica) que contiene taninos los cuales son responsables de la actividad antimicrobiana y a su acción antioxidante que ayuda a proteger a las células ante los radicales.

METODOLOGÍA

Una vez que se investigó las propiedades y el origen de las plantas básicas del champú se desarrolló la siguiente metodología para desarrollo del proyecto:

Esta fue en la primera etapa del proyecto, actualmente se está trabajando en la siguiente metodología para comprobar la inhibición del hongo de la caspa.



RESULTADOS

Estandarizar la tecnica del cultivo del hongo de la caspa.

Comparacion de los sensidiscos del champú.

Analisis estadistico

Analisis de los resultados.

Pruebas de cromatografía en capa fina en la planta jatropha dioica



Figura # 1: Los colores que la cromatografía en capa fina debería arrojar son el color naranja, amarillo, verde oliva y verde azulado.



Figura # 2: La cromatografía en capa fina que nos arrojó los resultados esperados para la planta jatropha dioica fue en la práctica número 2 utilizando:

Jatropha Dioica 7 gramos.

Alcohol 25 mililitros.

En donde nos arrojó los colores amarillo, verde y naranja, los cuales son aceptables, porque contiene clorofila B, beta carotenos y xantofilas.

proceso de elaboración de la fórmula del champoo



Prueba de irritabilidad

en los conejos



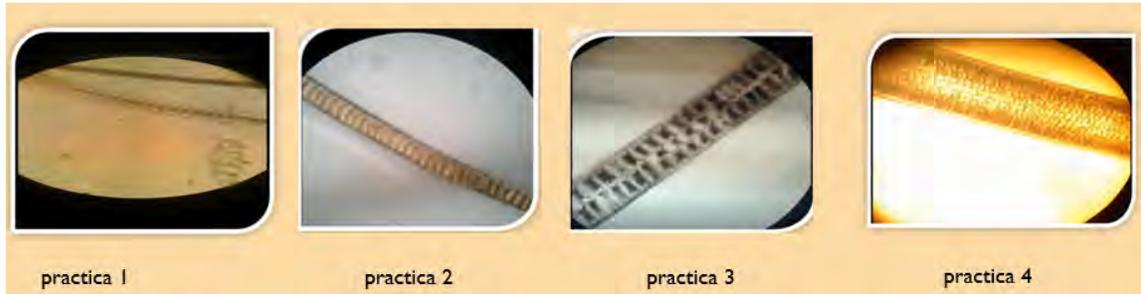
Se comenzó con el experimento para observar el daño al cuero cabelludo en el conejo el día 3 de diciembre del 2018.

Se finalizó con el experimento para observar el daño al cuero cabelludo en el conejo el día 18 de diciembre de 2018.

Al finalizar el experimento se obtuvo como resultado que la fórmula de shampoo no provoca algún tipo de daño al aplicarlo en el cuero cabelludo del conejo.

APLICACIÓN DEL SHAMPOO PARA OBSERVAR EL AUMENTO DE GROSOR EN EL PELO DEL CONEJO “B” MEDIANTE UN MICROSCOPIO

Figura # 5: Practicas realizadas para observar el aumento en el grosor del pelo en el conejo “B”.



De acuerdo a la primera y última practica realizada en el laboratorio de microbiología, la estructura del pelo del conejo B en la primera imagen se observa una cadena muy delgada y con fisuras, y en la última imagen se observa una cadena más gruesa y finita, por lo que el grosor del pelo del conejo aumento en el periodo de tiempo que se aplicó la fórmula de champú natural.

CRECIMIENTO DEL PELO DE LOS CONEJOS COMPARADO CON OTRAS FORMULAS DE SHAMPOO



Grafico # 1: En base a los resultados obtenidos nuestra fórmula de champú tiene un crecimiento de 4 milímetros por semana a diferencia del shampoo tío nacho que tiene un crecimiento de 3 milímetros por semana, en el conejo a.



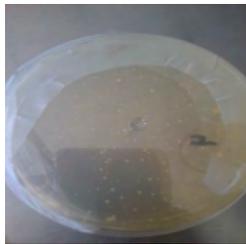
Grafico # 2. En base a los resultados obtenidos la fórmula de shampoo tiene un crecimiento de 3 milímetros por semana a diferencia del shampoo Crec + que tiene un crecimiento de 2 milímetros por semana, en el conejo

En base a la segunda etapa del proyecto se está trabajando en estandarizar la técnica del cultivo del hongo de la caspa. Los resultados no fueron muy satisfactorios ya que no quedo claramente comprobado que haya crecido el hongo que se esperaba obtener, en la prueba que se hizo de manera errónea creció algo desconocido que claramente no era el hongo que se buscaba obtener, se cree que fue por el exceso de agua en la caja Petri lo que hizo crecer este tipo de lama.

Resultado 1. Solo se evaporó la sustancia.



Resultado 2. Se hizo como tipo desecho.



Resultado 3. Se hizo como tipo desecho.



Resultado 4. Se hizo como tipo desecho.



Resultado 5. Se hizo como tipo desecho.



DISCUSIONES

CARACTERIZACIÓN DE ALOE VERA Y SANGRE DE DRAGO POR TAXONOMÍA.

En la taxonomía de las plantas faltaron algunos datos bibliográficos ya que mucha de la información no se encuentra actualizada, no se tiene registro de las características de las plantas aloe vera y jatropha dioica que se encuentran en los municipios de México, así como el porcentaje que se tiene por estado donde se encuentran estas plantas.

CARACTERIZACIÓN DE ALOE VERA Y SANGRE DE DRAGO POR CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

La cromatografía en capa fina para extraer los extractos puros de aloe vera y jatropha dioica no arrojaron los colores esperados ya que pueden influir diversos factores como son la estación ya que el tiempo de floración del aloe vera es en el mes de marzo (primavera) y el de jatropha dioica es en los meses de abril y mayo (primavera), otro factor sería fase móvil ya que por cuestiones económicas no se pudo realizar la práctica con sílice.

OBSERVAR IRRITACIÓN POTENCIAL DEL CUERO CABELLUDO EN CONEJOS.

La técnica que se utilizó para este objetivo fue rapar a los dos conejos A y B mediante un rastrillo Gillette para posteriormente poner la fórmula de shampoo.

El día número 5 se detectó que el conejo A presentaba daños en la piel y al ser observados los conejos durante determinado tiempo se visualizó que el conejo B mordía al conejo A en la parte rapada causándole heridas; por lo cual el experimento se detuvo ya que así lo establece la NOM-062-ZOO-1999.

El conejo A fue trasladado de inmediato al veterinario para que lo revisaran y sanara lo más pronto posible; en dicho lugar se detectó que efectivamente se trataba de pequeñas heridas y el médico veterinario le recetó una pomada cicatrizante (clindacerin), así mismo los conejos fueron separados para evitar que se dañaran uno al otro.

La técnica fue restablecida quedando el conejo B como experimento para aplicar la fórmula de shampoo con la finalidad de no perder tiempo y dar paso a que el conejo A se recuperara por completo.

OBSERVAR GROSOR DEL CUERO PELO DE LOS CONEJOS MEDIANTE UN MICROSCOPIO

En la primera práctica realizada en el laboratorio de Ing. en industrias alimentarias del ITSRL; del conejo A y B sólo se observaron células largas y células redondas, pero ya que son pequeñas no se pueden cuantificar de manera específica por lo que no se puede distinguir la estructura del pelo.

En la segunda practica se replanteo la práctica observando sólo el pelo del conejo B por lo que en esta práctica ya se puede visualizar mejor la estructura que este tiene ya que su forma es una cadena, pero aún se encuentra un poco dañado.

En la tercera práctica se utilizó de igual manera el pelo del conejo B en donde se observa una cadena doble y más fina que en la anterior.

CONCLUSIONES:

En base a las pruebas y los resultados obtenidos se llega a lo siguiente:

La fórmula de champú no provoca irritación en el cuero cabelludo de los conejos ya que fue aplicada durante 4 semanas al conejo B y no se observaron daños en la piel del conejo.

De acuerdo a las muestras tomadas en las diferentes prácticas realizas la fórmula de shampoo aumenta el grosor en el pelo de los conejos.

En lo que corresponde a la cromatografía en capa fina realizada de ambas plantas el aloe vera (*barbadensis* Miller) contiene xantofilas por lo que tiene la capacidad de protección contra los rayos UV.

De acuerdo a la información bibliográfica investigada la sangre de drago (*jatropha dioica*) contiene taninos los cuales ayudan a regenerar y proteger las células, así mismo contiene xantofilas que protegen contra los rayos UV.

La fórmula de champú si estimula el crecimiento de pelo en conejos.

De acuerdo a los estudios realizados al aplicar la fórmula a base de extractos puros de aloe vera y sangre de drago en conejos y compararla con otras fórmulas ya existentes en el mercado como resultado se obtuvo que durante 4 semanas la fórmula de champú estimula el crecimiento de pelo en los conejos un milímetro más que las fórmulas de champú externas, por lo cual la fórmula propuesta a base de extractos puros de aloe vera y sangre de drago es recomendable.

El procedimiento del cultivo salió erróneo ya que se pudo deber a varios factores, como la temperatura a la que se metieron las cajas Petri quizás no fue la adecuada, pudo haber fallado el método de cultivo del agar por no medir bien las cantidades de soluciones que lleva este cultivo. Se estará estandarizando cual es la mejor manera de hacer crecer este hongo que se busca obtener.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giménez, d. s. (03 de abril de 2014). Artículos de medicina 21. Obtenido de artículos de medicina 21: www.medicina21.com
- Báez*, j. e. (2007). enlace químico. guanajuato: universidad del papaloapan (unpa).
- Moura, m. e. (8 de abril de 2016). salud y medicinas. obtenido de salud y medicinas: <http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/alergias/articulos-relacionados/breve-historia-del-shampoo.html>
- Sosa, M., Galarza, J. L., Lebgue, T., Soto, R., Puga, S., 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la región del estado de Chihuahua México. *Ecología Aplicada*. 5: 53-59.
- Garza, Y y Rodríguez, J. 2008. Bioprospectiva del desierto y semidesierto mexicanos. En: *Fitoquímicos Sobresalientes del Semidesierto Mexicano: de la planta a los químicos naturales y a la biotecnología*. Path Design S. A. México, 26-46 pp.
- Aguilera, A. F., Augur, C., Prado, L. A., Aguilar, C. N. y Favela, E. 2008. Extraction and analysis of ellagic acid from novel complex sources. *Chemical Papers*. 62: 4, 440-444.
- Pérez, C., Sáenz, A. y Barajas, L. 2008. La química verde como herramienta indispensable en el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos del semidesierto mexicano. En: *Fitoquímicos Sobresalientes del Semidesierto Mexicano: de la planta a los químicos naturales y a la biotecnología*. Editorial: Path Design S. A. México, 67-82 pp.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (BDMTM). 2009. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. Obtenido de: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7483>
- Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. 2009. sangre de drago o sangre grado, biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7483> (pag web vista el 1 de septiembre de 2014)
- Giusiano, Gustavo E. *Malassezia* estado del conocimiento y perspectivas en su estudio. *Revista argentina de microbiología* 2006, 41-40 pp
- Fulgencio Rabito, Mírela: Torrado Tuitri, Maria. *Acta Scientiarum*. Ciencias de la salud 2009, 107-111 pp.

ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO BALANCEADO PARA ABEJAS (*APIS MELLIFERA L.*) A BASE DE FUENTES PROTEICAS

ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ¹, FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO², DANIEL CARDONA RÍOS³.

RESUMEN.

Se validó la preferencia en el consumo de alimentos como sustituto de polen a partir de diversas fuentes proteicas, para la alimentación de las abejas (*Apis Mellifera L.*). El consumo de 16 formulaciones con una repetición, se realizó durante 72 horas en el apiario ubicado en Poblado San Antonio de los García en el Municipio de Cuauhtémoc Durango, las formulas FRM03 y PDR07 mostraron un consumo del 100% por parte de las abejas, se determinó elegir la formulación PDR07, es consumible, nutricionalmente balanceado, no toxico, estable y asequible que represente un costo beneficio favorable tiene ingredientes en la formulación que aportan a la abeja una nutrición más integral, incluyendo en su formulación, los siguientes ingredientes, 60.36% de azúcar estándar, 19.31% levadura de cerveza, 7.24% harina de frijol, 0.72% aceite vegetal, 4.83% agua, 7.24% miel de abeja, 0.05% minerales y 0.24% promotor L. Los posteriores estudios se basarán en tomar en cuenta la formulación PDR07, destacando de entre sus ingredientes la harina de frijol como uno de los ingredientes de más aporte proteico.

INTRODUCCIÓN

La abeja (*Apis mellifera L*) ha estado involucrada en la vida del ser humano desde hace millones de años 0, donde se ha ido mejorando y aprendiendo cada vez más de estos insectos para así obtener de ellas el máximo provecho.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Avf01mx@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. fcojgroharo@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Danone1mx@gmail.com

En la actualidad se ha llegado a contar con un sistema de producción muy tecnificado. La importancia de la apicultura hoy en día, se fundamenta principalmente en los servicios de polinización que entregan las abejas y la producción de miel, obtenida de sus colmenas 0. Además de esto, se obtiene de ellas productos como el polen, la cera y los propóleos 0.

A pesar de la antigua relación existente entre las abejas y el hombre 0 y de los grandes avances logrados en el ámbito de la apicultura, una de las problemáticas actuales en la industria apícola es la nutrición de las abejas, área que se ha venido desarrollando mucho en los últimos años debido al interés y la mayor conciencia existente de la alteración de su medio ambiente. Dadas las condiciones productivas de la actualidad, las zonas de floración han disminuido considerablemente, llevando esto también a una disminución de fuentes alimenticias para las abejas.

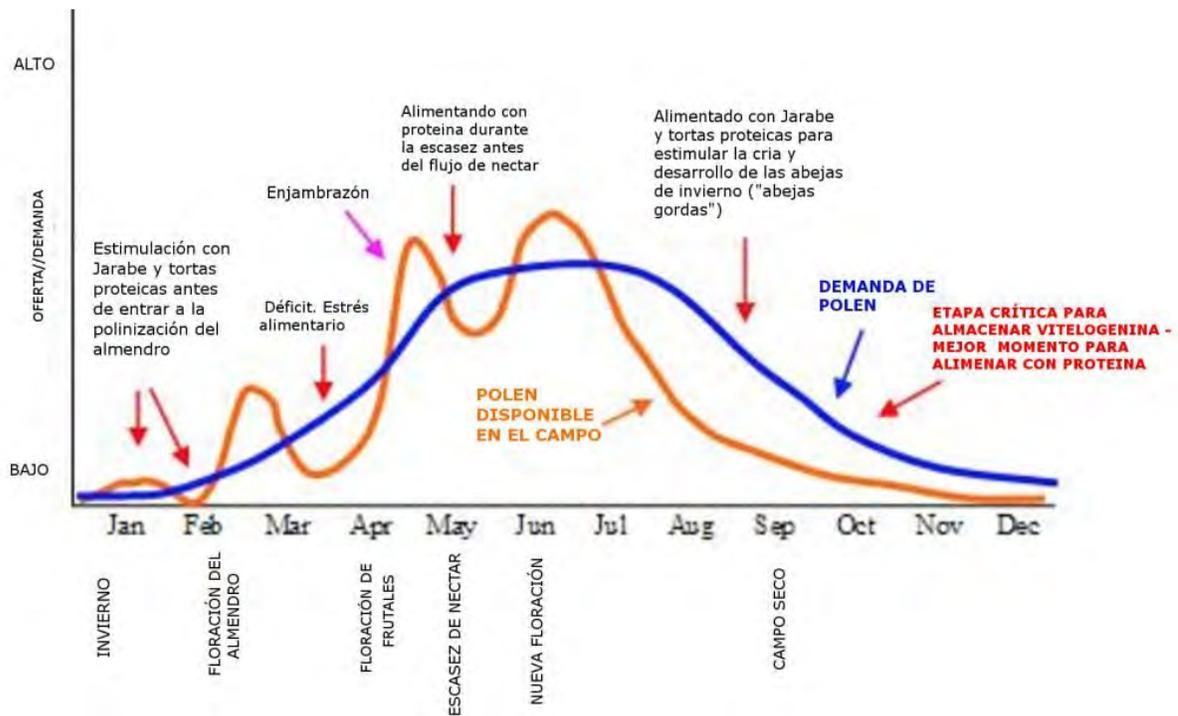
Una buena nutrición es necesaria para mejorar la salud de las abejas, aumentando las reservas corporales de tejido adiposo para sobrevivir mejor el invierno, ayudando a un buen desarrollo de las glándulas hipofaríngeas necesarias para alimentar a las crías, entregarles energía suficiente para polinizar, producir miel y aumentar la capacidad de enfrentarse a situaciones de stress causadas por déficit de polen, enfermedades, parásitos, enemigos y fitosanitarios en general 0. Un apicultor puede manejar adecuadamente una colonia con los mejores materiales (cajones adecuados, sin grietas, limpios, etc.), libre de enfermedades (ej. varroosis y/o nosemosis) y con reinas seleccionadas genéticamente, pero si la colonia no tiene acceso a néctar y polen, el sistema fracasa, ya que no tendría la capacidad de aprovechar estos factores por falta de energía 0.

Las abejas recolectan tres sustancias – agua, néctar y polen – para satisfacer sus requerimientos nutricionales 0. Estas sustancias son obtenidas en la naturaleza para el buen desarrollo de la colmena y de los individuos que habitan la misma, asegurando así la sobrevivencia de todos ellos (Somerville 2005, Oliver 2007a 1). Los nutrientes obtenidos serán necesarios para la crianza de larvas y adultos y para el desarrollo de éstas y de la reina de la colmena y no siempre podrán obtener la calidad o cantidad deseada para cubrir las necesidades de la colmena 0.

El polen, proporciona la proteína, los lípidos (grasas), las vitaminas, los minerales y micro elementos que las abejas necesitan para su crecimiento y su salud. Es un pilar imprescindible en la nutrición de las abejas: la proteína es la clave de la alimentación. Alimentar solo con jarabe nos ayuda a estimular y, a su vez, a ahorrarles a las abejas gran parte del esfuerzo que supone la recolección de néctar y permitirles centrar sus energías en otras tareas, como construir y estirar panales o mantener la temperatura del nido de cría, pero este alimento no es suficiente, alimentar una colonia solo con jarabe, sin un suplemento de polen, puede ser contraproducente, ya que las abejas pueden verse obligadas a utilizar sus propias reservas de proteína corporal.

Las proteínas son uno de los mayores componentes del polen como es de esperarse, varía en contenido según la especie de la planta. (10-40% en peso).00

Figura 36 Demanda de polen durante un año.



Fuente: Apiservices (2019)

METODOLOGÍA.

El estudio se basó en un enfoque deductivo y se utilizaron herramientas cualitativas y cuantitativas para el análisis de los datos, primero se preparó con un peso homogéneo en cada colmena, mediante la nucleación, la cual consiste en colocar en el mismo número de bastidores y población con el mismo peso en cada colmena.

Figura 37. Apiário experimental, San Antonio de los García, Municipio de Cuauhtémoc, Durango México.



Fuente: autoría propia

Se hicieron 16 formulaciones 8 propuestas por el productor y 8 por el MC Abraham Vázquez Fernández ver tablas 1 y 2.

Las formulaciones planteadas por el productor se etiquetaron como PDR ver tabla 1 y el resto como FRM la tabla 2

Figura 38. Formulaciones de alimento sustituto, en cajas de Petri

Fuente: autoría propia



Tabla 3. Formulas propuestas por el productor

Ingredientes	PDR01	PDR02	PDR03	PDR04	PDR05	PDR06	PDR07	PDR08
Polen		5,00						
Azúcar							60,36	
Harina de soya	25,00	20,00						
Harina de maíz			25,00					
Aceite de canola							0,72	
Miel de abeja	25,00	25,00		25,00	25,00	25,00	7,24	
Jarabe de fructuosa								44,42
Levadura de cerveza	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	19,31	44,42
Harina de frijol							7,24	
Harina de garbanzo				25,00				
Harina de chicharo					25,00			
Harina de avena						25,00		
Promotor L							0,24	
Minerales							0,05	
Azucar glas								11,11
Agua	25,00	25,00	50,00	25,00	25,00	25,00	4,83	

Fuente: autoría propia

Tabla 4. Formulas propuestas por investigador.

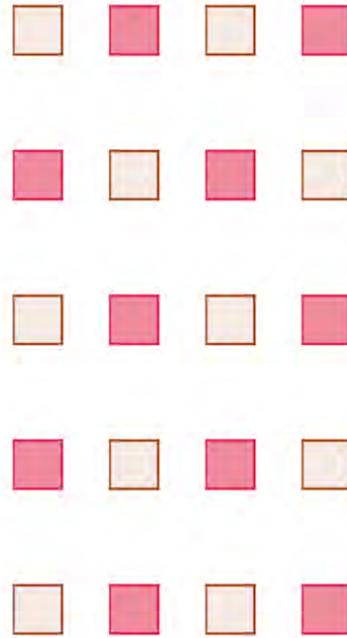
Ingredientes	FRM01	FRM02	FRM03	FRM04	FRM05	FRM06	FRM07	FRM08
Lactosuero líquido	70,28		5,47					
Polen	0,44	2,50	25,00		0,50		10,00	2,50
Azúcar	29,28		52,34		34,50	42,00		24,90
Harina de soya		13,24			35,00	30,00	18,00	13,25
Harina de maíz		34,24					6,00	34,25
Aceite de canola		0,24						0,20
Miel de abeja			17,19					
Jarabe de fructuosa				32,00			50,00	
Harina de quinoa				21,00				
Levadura de cerveza				17,00			8,00	
Harina de frijol				8,00				
Aceite de raps				2,00				
Propoleo 50%				2,00				
Yeast Torula					27,00			
Celulosa						10,00		
Fécula de papa							2,00	
Vitaminas y minerales						1.30		
Agua		24.89		8,00		12,20		24,90

Fuente: autoría propia

En el momento que se obtuvieron las formulaciones se llevaron a campo, apiario experimental del productor ubicado en el poblado San Antonio de los García municipio de Cuauhtémoc Dgo, contando con 20 colmenas donde el alimento se distribuyó de forma aleatoria tanto las formulaciones como en las colmenas. Esto con el fin de observar cuál de las formulaciones consumía más.

Figura 39. Distribución del alimento sustituto en colmenas

Fuente: autoría propia

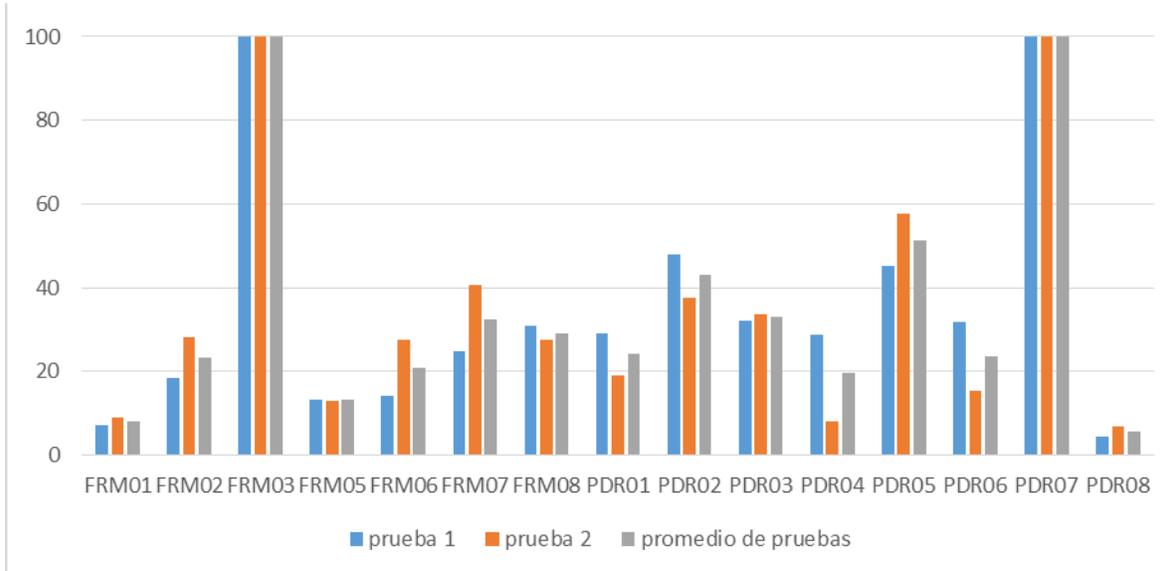


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se dejaron las formulaciones por espacio de tres días teniendo como resultado tres formulaciones con más consumo, cabe señalar que todas fueron formulaciones propuestas por el apicultor, PDR-02 con un 42.94% de consumo, PDR-05 51.26% de consumo y PDR-07 100% de consumo.

Figura 40. Consumo por preferencia de los alimentos sustitutos de polen.

Fuente: autoría propia.



De estas formulaciones se realizó un análisis bromatológico de tres muestras con dos repeticiones de cada un estudio bromatológico, el contenido de proteína en las formulaciones fue determinadas mediante el método micro-Kjeldahl de 100 mg de 3 muestras. Un factor de 6.25 fue usado para convertir nitrógeno en proteína cruda. 0 , El contenido de grasa fue determinado de acuerdo al método Soxhhlet, basado en un extracción por éter di etílico de 2 g de material. 0, donde el interés se centra en el porcentaje de grasa y proteína. Teniendo los siguientes resultados.

Figura 41. Alimentos sustitutos de polen, colocados al interior de la colmena



Fuente: Autoría propia

Tabla 5. Análisis de proteína y grasa en alimentos sustitutos de polen, con mayor aceptabilidad.

Muestra	Promedio Grasa BS	Promedio Proteína BS
1-PDR-02		
1-PDR-02		
1-PDR-02	0,26	25,61
1-PDR-05		
1-PDR-05		
1-PDR-05	0,47	24,07
1-PDR-07		
1-PDR-07		
1-PDR-07	0,77	9,44
2-PDR-02		
2-PDR-02		
2-PDR-02	1,15	27,60
2-PDR-05		
2-PDR-05		
2-PDR-05	0,32	33,03
2-PDR-07		
2-PDR-07		
2-PDR-07	0,75	8,09

Fuente: autoría propia

En este estudio se observa que la media de la muestra 1 en las dos repeticiones es muy cercana, es decir no hay una diferencia significativa, la segunda muestra si es considerable la diferencia entre las medias en la cual se puede inferir que las mezclas no eran del todo homogéneas y por último la tercera muestra nos indica que la diferencia de medias es mínima y también resaltar que es la que se comieron en su totalidad.

Figura 42. Ingredientes expresados en porcentaje, del alimento seleccionado como objeto de estudio.



Fuente: autoría propia

CONCLUSIONES

El consumo de 16 formulaciones con una repetición, se realizó durante 72 horas en el apiario ubicado en Poblado San Antonio de los García en el Municipio de Cuauhtémoc Durango, las formulas FRM03 y PDR07 mostraron un consumo del 100% por parte de las abejas, se determinó elegir la formulación PDR07, es consumible, nutricionalmente balanceado, no toxico, estable y asequible que represente un costo beneficio favorable tiene ingredientes en la formulación que aportan a la abeja una nutrición más integral, incluyendo en su formulación, los siguientes ingredientes, 60.36% de azúcar estándar, 19.31% levadura de cerveza, 7.24% harina de frijol, 0.72% aceite vegetal, 4.83% agua, 7.24% miel de abeja, 0.05% minerales y 0.24% promotor L. Los posteriores estudios se basarán en tomar en cuenta la formulación PDR07, destacando de entre sus ingredientes la harina de frijol como uno de los ingredientes de más aporte proteico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Algani. (2006). Influence of some protein diets on the longevity and some physiological conditions of honeybee *Apis mellifera* L. . Workers. *J Biol Sci*
- A.O.A.C. (2000). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 402 (17th ed.). Gaithersburg
- Crea. (1993). Propóleo y demás productos de la colmena: manual práctico y clínico. Buenos Aires, Argentina: Continente.
- Lesser, R. (1983). Estado actual de la apicultura chilena. Santiago, Chile: Universitaria.
- Orzáez V., (2002), The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition, *Int. J. Food Sci. Nutr.* 53 217-224.
- Pascoal, S. (2014), Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory, *Food Chem. Toxicol.* 63 233-239.
- Schmidt. (2006). Chemical Nature of Phagostimulants in Pollen Attractive to Honeybees. *J Insect Behav* 19.
- Somerville, D. (2000). Honey bee nutrition and supplementary feeding. Australia: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Standifer, L. (1977). Supplemental feeding of honey bee colonies. USDA

PLAN DE COMUNICACIÓN EN EL PROCESO DE AUDITORÍA AMBIENTAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE UNA EMPRESA DE SERVICIO ELÉCTRICO

GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ¹, JOCELYNE MURILLO PULIDO², VIRIDIANA HUMARAN SARMIENTO³

RESUMEN:

La auditoría ambiental es un examen exhaustivo de los equipos y procesos de una empresa, así como de la contaminación y riesgo que la misma genera, que tiene por objeto evaluar el cumplimiento de sus políticas ambientales y requerimientos normativos. (PROFEPA, 2000)

Durante el proceso de auditoría ambiental uno de los obstáculos más recurrentes fue la falta de conocimientos y comunicación tanto externa como interna, entre el auditor y la empresa auditar y con el personal involucrado en la empresa respectivamente.

Debido a un manejo inadecuado de comunicación, funciones y actividades no bien definidas. Desconocimiento de ciertos aspectos técnicos y legales

Esta presentación está enfocada en mostrar los resultados en la participación de un proceso de auditoría ambiental de una empresa de servicios eléctricos del Estado de Sinaloa para obtener una certificación ambiental de PROFEPA y se presenta una propuesta de plan de comunicación en dicho proceso para resolver ciertas problemáticas en los departamentos de la empresa.

Palabras claves: Certificación ambiental, comunicación, auditoría ambiental

INTRODUCCIÓN

La auditoría ambiental es una examen exhaustivo de los equipos y procesos de una empresa, así como de la contaminación y riesgo que la misma genera, que tiene

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave. gracebaezh@gmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Jo_c_elyne@Hotmail.com

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave. gracebaezh@gmail.com

por objeto evaluar el cumplimiento de sus políticas ambientales y requerimientos normativos, con el fin de determinar las medidas preventivas y correctivas necesarias para la protección del ambiente y las acciones que permitan que dicha instalación opere en pleno cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, así como conforme a normas extranjeras e internacionales y buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables. (PROFEPA, 2000).

Tomando esto en cuenta se participó en un proceso de auditoría ambiental en una empresa de servicios eléctricos y durante el proceso uno de los obstáculos más recurrentes fue la falta de conocimientos y comunicación tanto externa como interna, entre el auditor y la empresa auditar y con el personal involucrado en la empresa respectivamente. El primer punto tiene relación a cierta falta de experiencia del auditor o desconocimiento de ciertos aspectos técnicos y legales. En cuanto al segundo punto es debido a que no se definen las funciones que deben llevar a cabo los empleados de acuerdo con el puesto que tienen, esto también podría indicar un manejo inadecuado de comunicación y apego a los lineamientos establecidos de la empresa.

Dentro del proceso se generaron errores internos de comunicación y problemas de comunicación directos entre el auditor y la empresa a auditar, estas dificultades ocasionaron que el proceso de auditoría ambiental tuviera conflictos en el procesamiento de la información también provocó atrasos en ciertas actividades debido a que se realizaron retrabajos en documentos. A partir de esto, se analizó un proceso de auditoría ambiental en una empresa de servicio eléctrico y el objetivo general de la investigación es realizar un plan de comunicación para mejorar el proceso de auditoría ambiental a una empresa de servicio eléctrico, para reducir errores del proceso.

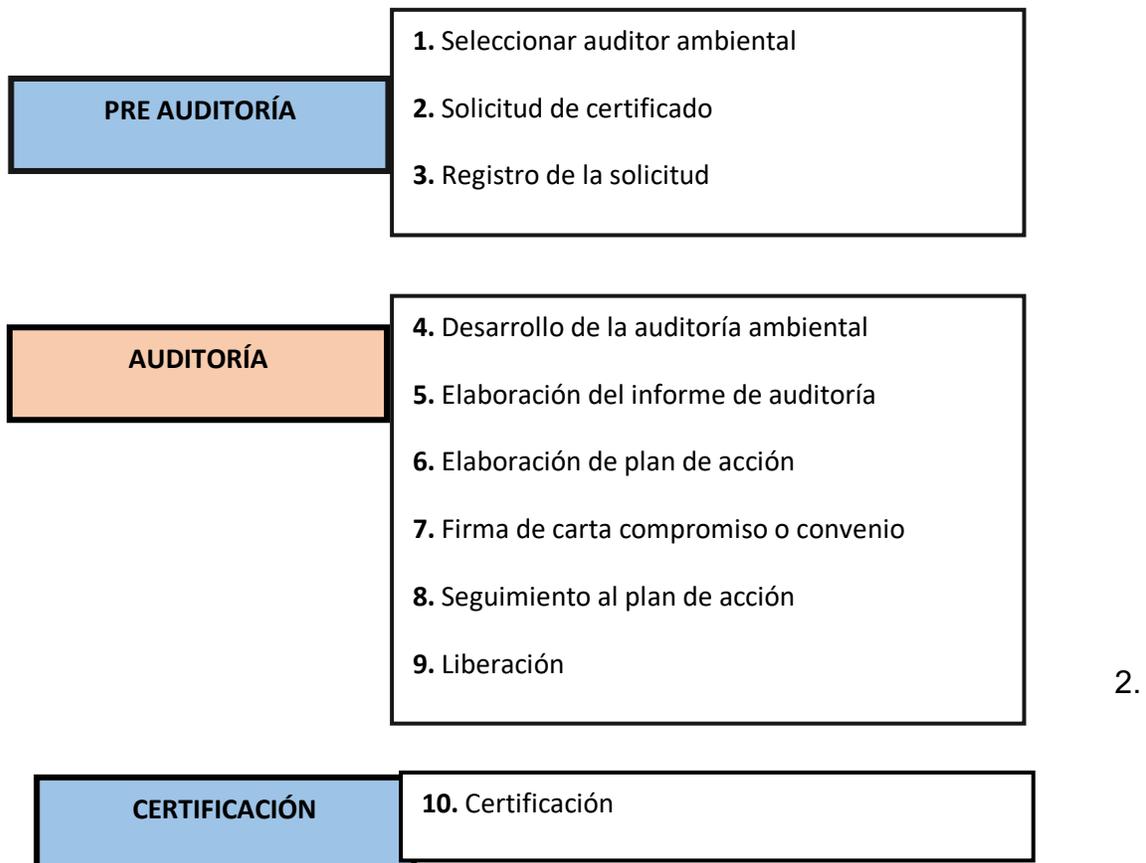
METODOLOGÍA

La investigación se realizó en dos partes la primera fue con la elaboración de la auditoría esta se compone de tres fragmentos Preauditoria, Auditoría y Certificación. La segunda parte es la realización del plan de comunicación como respuesta a las necesidades presentadas.

1. Auditoría Ambiental

Con base a los lineamientos exigidos por el Gobierno Federal para una certificación ambiental de SEMARNAT, a través de PROFEPA, en México es necesario seguir el siguiente proceso que se muestra en la Figura 1.

Figura 43 - Proceso de certificación ambiental de SEMARNAT



Metodología para la creación del plan de comunicación

Según los esquemas clásicos de la comunicación, el proceso de diseño de un plan de comunicación comprende varios elementos: el mensaje, al menos dos figuras emisoras y receptoras, el contexto, el ruido, el código en el que está difundido el mensaje y el canal o vía de comunicación. (Plataforma del Voluntariado de España, 2006)

Basándose en esa fuente de información se siguió un esquema de diseño para el Plan de Comunicación que contó con siete fases:

Fase 1: Análisis

El análisis interno de la situación empresa en lo relativo a sus recursos materiales y humanos, acerca de las herramientas de comunicación que utilizaban (página web, correo, teléfono, etc.), que actividades se relacionaban con la comunicación interna y externa. De igual manera se analizó lo externo en lo relativo al equipo auditor acerca de las dificultades que se han tenido en la comunicación, que medios han funcionado y cuáles no.

Fase 2: Objetivos

Los objetivos se definen con base a las problemáticas de comunicación detectadas durante el proceso de auditoría ambiental, dividiendo en dos categorías internos y externos. A partir de los objetivos planteados, se estructuran líneas de acción para su cumplimiento, y alcanzables.

Fase 3: Público

Se determina quienes estaría destinado el mensaje, por una parte, se transmitirá la información a los empleados y demás personal de la empresa involucrado en la auditoría y por otra parte se transmitirá información al equipo auditor proveniente de PROFEPA. Así como la determinación del público objetivo, los medios de comunicación disponibles y otras opciones de cumplimiento.

Fase 4: Mensaje

Identificar el mensaje que se quiere transmitir, es información relativa al proceso de auditoría como referente a los requisitos legales, funciones a realizar, manejo de documentación, etc. Los estilos de comunicación a utilizar son del tipo vertical, horizontal y exterior. Se generan mensajes específicos relacionados a la mejora de la comunicación por medio de los diferentes canales o medios.

Fase 5: Presupuesto

El presupuesto para llevar a cabo el Plan de Comunicación no resulta muy elevado, este tipo de financiación puede ser otorgado por la empresa a través del presupuesto operativo que posee.

Fase 6: Plan de medios

Es la definición de los canales o medios de comunicación a utilizar para transmitir la información del Plan de Comunicación. Dichos medios pueden ser impresos y

digitales, esta variedad es debido a que la empresa y el equipo auditor contaban con acceso a ellos. Su uso dependerá del tipo de mensaje específico y destinatario.

Fase 7: Ejecución y evaluación

Por último, se prevé que una vez ejecutado el Plan sea posible evaluar el cumplimiento o no de los objetivos planteados. Para esto se incluye en el plan algunas sugerencias para su posible evaluación.

Estas fases contribuyeron a la realización del documento y de la estructura del Plan de Comunicación. La estructura se dividió en: Introducción, Objetivos del plan de comunicación, Mejoras de la comunicación, Elementos del plan de comunicación, Acciones del plan de comunicación, Seguimiento y mejora del plan de comunicación.

Los nombres de las secciones del documento del Plan de Comunicación en su mayoría resultaron ser distintos al de las fases esto es debido a que se buscó la combinación de ciertos elementos e ideas para una lograr una mejor organización y entendimiento del documento.

RESULTADOS

El proceso de auditoría ambiental se llevó a cabo en una empresa de servicios eléctricos. Proceso en el cual se detectaron ciertas problemáticas para el análisis, y la realización de un plan de comunicación.

Preauditoria La Secretaría asigna a un auditor ambiental (y a su equipo) certificado para realizar el proceso de auditoría a la empresa y dar el veredicto de certificación o no.

Auditoria Durante el desarrollo de la auditoría ambiental el equipo auditor asignado envió una lista enumerada de los diversos puntos a revisar de información documentada. Misma que se realizó en un análisis de dichos requisitos legales, federales, estatales, municipales, propios y otros en materia de agua, aire, ruido, suelo y subsuelo, residuos peligrosos, residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos, riesgo, energía, gestión ambiental, recursos naturales, basado en la legislación aplicable en auditorías ambientales de SEMARNAT.

La revisión de la información documental se realizó, detectando que faltaba documentación, por lo cual se solicitó a las autoridades correspondientes y se generaron búsqueda entre los archiveros, e inspecciones a las instalaciones, para ver el estado de los señalamientos extintores, fosas etc. Se envió la documentación para cumplir con los diferentes puntos, sin embargo, al cabo de unos días el auditor líder marco una lista donde indicaba ciertas observaciones en la documentación que debían ser corregidas y actualizadas. La tabla se mostrará el número de observaciones realizadas de acuerdo con la documentación de los aspectos ambientales

Tabla 1 Número de observaciones en aspectos ambientales

Aspecto ambiental	Núm. de observaciones	Aspecto ambiental	Núm. de observaciones
Suelo y subsuelo	2	Residuos de manejo especial	3
Residuos peligrosos	7	Gestión ambiental	1
Riesgo	20		

:

Se encontró que ciertos aspectos ambientales no aplicaban a la empresa debido al tamaño, tipo de instalaciones y cantidad de personal existente, para dichos aspectos fue necesario la emisión de oficios para comprobar que no aplicaban. En el caso del aspecto de agua fue una delegación de CONAGUA la responsable de emitir dicho oficio, para residuos orgánicos fue una compañía dedicada a la recolección de basura y para los aspectos de ruido, aire, suelo y subsuelo fue por parte de los directivos de la empresa auditada. Cabe destacar que para la elaboración de estos últimos oficios se tuvo que tomar como referencia la norma mexicana NMX-AA-162-SCFI-2012, donde se dictan las directrices para estos. Durante esta parte del proceso de auditoría se realizaron diversas mejoras a las instalaciones en su apariencia y carteles de señalamiento, también se hicieron correcciones en la documentación y se realizó la elaboración de aquellos documentos inexistentes, tales como el diagnóstico de riesgos, bitácoras de residuos peligrosos y análisis estadístico del consumo de energía a través de los años. Existieron algunas

complicaciones por la inexistencia de algunos registros históricos de generación de residuos y de consumo de energía.

Debido a esto existieron ciertos conflictos con el equipo auditor debido a que la empresa a auditar se le estaban exigiendo documentos que de acuerdo a lo establecido no aplicaban. La empresa auditada realizó comentarios al respecto, pero al final tuvo que ceder a lo exigido por el equipo auditor y elaborar dichos documentos. Al cabo de unas semanas el equipo realizó una visita técnica a las áreas a evaluar y mantuvo reuniones con los responsables de ellas.

Después de algunos días de la finalización de la auditoría ambiental se llevaron a cabo una serie de reuniones entre el equipo auditor y la empresa auditada donde se presentó un informe de auditoría donde se indicaba la aprobación para la certificación ambiental. En dicho informe también se indicaban algunas observaciones y las posibles oportunidades de mejora en diferentes áreas, en base a esto se elaboró un plan de acción acerca de las actividades y metas que debían cumplirse y que se tomarían en cuenta en el próximo año cuando la renovación de dicha certificación debe llevarse a cabo.

Por último, se firmó una carta compromiso o convenio en donde se establecían el acuerdo entre ambas partes. Se espera que el plan de acción pueda seguirse de acuerdo a lo establecido y que el sistema mejore, con esto se da paso a la liberación del proceso.

Certificación

Finalmente, la auditoría fue exitosa porque se cumplió con los requisitos especificados y se otorgó la certificación ambiental correspondiente, por lo cual se otorgará un documento por parte de PROFEPA que avale dicha certificación.

Problemática detectada

Conflicto externo El equipo auditor tiene una gran experiencia realizando auditorías ambientales a industrias, pero es relativamente nuevo en auditorías dirigidas a este tipo de empresa de servicios eléctricos. Por lo cual existieron conflictos en los requisitos y en la información requerida porque solicitaron documentos que no aplicaban al tipo de empresa a auditar, pero aplicaban a empresas de otra capacidad. Por lo que el proceso se vio entorpecido. Se realizó la

notificación-comentario correspondiente de que el tipo de información y requisitos no eran aplicables.

Conflicto interno A pesar de que los procesos y funciones se encuentran bien definidos mediante manuales y organigramas institucionales sigue existiendo fallas en la comunicación interna de la empresa entre los responsables y demás personal envuelto en el proceso de auditoría ambiental. Esto es debido a que las actividades que debe realizar cada quien no se encuentran bien definidas, existe una confusión respecto a quien este cargo de cierta cosa y la otra, lo que causo atraso en la recopilación, correcciones y elaboración de ciertos documentos.

Plan de comunicación para mejora del proceso de auditoría ambiental

Durante el proceso de auditoría ambiental la comunicación interna y externa fueron las mayores problemáticas encontradas por lo cual la mejora de la comunicación empresarial/organizacional es importante. La comunicación empresarial se basa en establecer acciones que conlleven a disminuir la incertidumbre sobre la información que circula a nivel interno y externo; desarrollando flujos directos con cada uno de los públicos con que se relaciona. (Ñáñez, 2015). Proponer un plan de comunicación puede servir como una herramienta para optimizar este tipo de procesos y poder disponer de estrategias para transmitir correctamente la información y organizar recursos.

El plan de comunicación del proceso de auditoría ambiental ver en Anexo 1.

CONCLUSIONES

El proceso de auditoría resulto exitoso porque cumplió el objetivo de la empresa que era obtener la certificación ambiental y cumplir con los requerimientos legales. Es claro la importancia de un proceso de comunicación efectiva, a través de las mejoras del sistema de comunicación interna y externa de la empresa, desarrolla un entendimiento preciso entre los empleados responsables de la auditoría y el auditor porque existieron situaciones en las cuales no resultaban claro ciertos requerimientos, generando confusión acerca de que se necesitaba hacer, para ello se debe utilizar el Plan de Comunicación propuesto que servirá como una guía para cumplir con los objetivos establecidos y mejorar este aspecto dentro de la empresa.

Otra recomendación sería encontrar formas y herramientas para mejorar la organización de la información documentada, debido a que no se encontraba disponible cuando era requerida en el proceso de auditoría. La empresa debe implementar el plan de comunicación y medir con parámetros su rendimiento, lo cual puede dar pie a que en el futuro la empresa realice estudios en relación a esto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, A. (2014). Evaluación de la certificación de industria limpia en Tijuana: indicadores de desempeño ambiental. Obtenido de Colef: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/11/Tesis-Alvarez-Aguilar.pdf>
- BNAMERICAS. (2017). Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Obtenido de BNAMERICAS: <https://www.bnamericas.com/company-profile/es/procuraduria-federal-de-proteccion-al-ambiente-profepa>
- Brañes, R. (2000). Manual de derecho ambiental mexicano. México: Fondo de Cultura Económica.
- Cahuantzi, J. (2016). Programa nacional de auditoría ambiental: análisis a la certificación de industria limpia como instrumento de política ambiental en México. Obtenido de Colef: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Cahuantzi-S%C3%A1nchez-Jos%C3%A9-Mart%C3%ADn.pdf>
- CONABIO. (2016). SEMARNAT – CONANP. Obtenido de CONABIO: <http://www.conabio.gob.mx/uicn/SEMARNATCONANP.html>
- Conafor. (2008). Guía para la elaboración o modificación de reglamentos internos y estatutos comunales. México: SEMARNAT-CONAFOR.
- Díaz, G., Loaiza, N., & Zambrano, L. (2009). Políticas de bienestar como dimensiones del desarrollo y la comunicación. Obtenido de Javeriana: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/comunicacion/tesis334.pdf>
- Emprende Pyme. (2017). Objetivos del plan de comunicación. Obtenido de Emprende Pyme .net: <https://www.emprendepyme.net/objetivos-del-plan-de-comunicacion-interna.html>
- López, P., & Petersen, E. (2014). Propuesta de un Plan de Comunicación Estratégica Aplicado a la UAHC. Obtenido de Biblioteca Digital: <http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/2708/TPE-RIO%20130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mesa, J. (2017). La comunicacion externa en la empresa: conecta con el mundo. Obtenido de Grupo P&A: <https://blog.grupo-pya.com/la-comunicacion-externa-la-empresa-conecta-mundo/>
- Ñáñez, J. (08 de Junio de 2015). Plan de Comunicación Empresarial. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/govSOA/plandecom/index.html>
- Oficina Internacional del Trabajo CINTERFOR. (2016). ¿Qué son y cómo se construyen los indicadores en la evaluación de impacto? Obtenido de OIT CINTERFOR: <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>

- Pérez, J. (2008). Comunicación. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/comunicacion/>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2008). Definición de auditoría. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/auditoria/>
- Pérez, J., & Merino, M. (2013). Definición de receptor. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/receptor/>
- Plataforma del Voluntariado de España. (2006). Elaboración de un plan de comunicación. Obtenido de Soluciones ONG: https://www.solucionesong.org/img/foros/4c8ddf9bb43a2/Elaboracion_plan_de_comunicacion_PPVE.pdf
- Portilla, P. (2014). Plan estratégico de comunicación interna para una institución descentralizada del Gobierno. Obtenido de Biblio: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/05/68/Portilla-Paola.pdf>
- PROFEPA. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Auditoría Ambiental. Obtenido de PROFEPA: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/703/1/Reglamento%20Ley%20GEEPA%20en%20MAA.pdf>
- PROFEPA. (2010). ¿Qué es la auditoría ambiental? Obtenido de PROFEPA: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/542/1/mx.wap/la_auditoria_am
- PROFEPA. (2010). Requisitos aplicables para el desarrollo de las auditorías ambientales. Obtenido de PROFEPA: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/527/1/mx.wap/requisitos_aplicables_para_el_desarrollo_de_las_auditorias_ambientales.html
- PROFEPA. (2018). ¿Qué hacemos? Obtenido de GOB: <https://www.gob.mx/profepa/que-hacemos>
- Salas, R. (2017). Historia de la auditoría ambiental en México. Obtenido de NaciónMX: <https://nacionmx.com/2017/06/27/historia-de-la-auditoria-ambiental-en-mexico/>
- Sanchez, L. (2002). CEPPIA. Obtenido de Auditorías Ambientales: <http://ceppia.com.co/Herramientas/PLANIFICACION-Y-GESTION%20AMBIENTAL/Auditorias-ambientales.pdf>
- SEMARNAT. (2018). ¿Qué hacemos? Obtenido de GOB: <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>
- SEMARNAT. (2018). ¿Qué hacemos? Obtenido de SEMARNAT: <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>
- Serna, E. (2015). Informe de auditoría ambiental realizada a una industria metal-mecánica para la obtención del certificado de industria limpia ante la PROFEPA. Obtenido de IPN: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18667/SERNA%20ROCH>

A%20ERIKA_%20TITULACION%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Torres, L. (2003). Auditoría Ambiental. Obtenido de SEMARNAT: http://ccds.semarnat.gob.mx/regiones/r-ne/2002-2004/sesiones_ordinarias/4a_sesion_2003/docs_presentados_pdf/profepa-audit-amb.pdf
- UACJ. (2018). Importancia de las secretarías: SEMARNAT. Obtenido de UACJ: <http://www.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/2018/Hojas%20tecnicas/12.%20SEMARNAT.pdf>
- UNED de Pontevedra. (2013). Plan de comunicación externa. Obtenido de UNED de Pontevedra: http://www.unedpontevedra.com/archivos_publicos/qweb_paginas/5310/plandecomunicacioncapontevedra.pdf
- Universidad de Jaén. (2013). Plan de comunicación del sistema integrado de gestión de la calidad de los servicios y unidades administrativas de la Universidad de Jaén (SIGC-SUA). Obtenido de UJAEN: http://www.ujaen.es/serv/spe/sigcsua/plancomunicacion/plan_de_comunicacion.pdf
- Vargas, P., & Shingrem, J. (2013). Auditoría ambiental de cumplimiento de la subestación eléctrica de distribución Santa Martha de la CNEL Guayas los ríos ubicada en el cantón Durán en el año 2012. Obtenido de DSPACE: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5301/1/UPS-GT000442.pdf>

Anexo 1

PLAN DE COMUNICACIÓN PARA EL PROCESO DE AUDITORIA AMBIENTAL

Estructura de documento

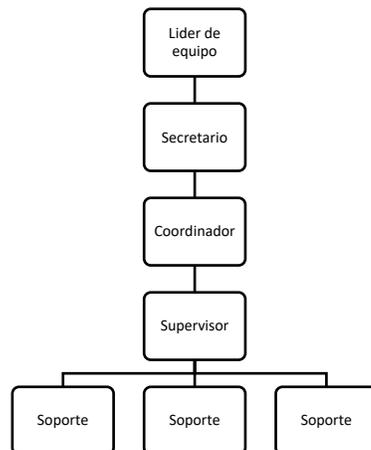
1. Introducción
2. Objetivos del plan de comunicación
3. Mejoras de la comunicación
4. Elementos del plan de comunicación
5. Acciones del plan de comunicación
6. Seguimiento y mejora del plan de comunicación

1. INTRODUCCIÓN.

El Plan de Comunicación debe realizarse de acuerdo con los objetivos de la auditoría ambiental acordados entre la empresa y SEMARNAT, así como con la legislación correspondiente de acuerdo al caso.

Debe conformarse un equipo de trabajo responsable de llevar acabo y supervisar el plan de comunicación. A continuación, se presenta el organigrama a utilizar para la Información de dicho equipo.

Figura 2. Organigrama del equipo de trabajo del Plan de Comunicación



2. Objetivos del plan de comunicación

El Plan de Comunicación toma las necesidades de información interna y externa durante el proceso de auditoría como una forma de herramienta que contribuya a transmitir la información de manera correcta. Estos objetivos y necesidades son basados en un análisis realizado en procesos de auditorías ambientales, con la

meta de tener estrategias que contribuyan la buena comunicación entre los grupos de interés.

El Plan de Comunicación se divide en dos dimensiones comunicación interna y externa.

Tabla 2 Objetivos del plan de comunicación

DIMENSIÓN	OBJETIVOS
Comunicación interna	Impulsar la cohesión del equipo de trabajo envuelto en la auditoría ambiental, para tratar de asegurar un buen clima laboral donde los elementos trabajan juntos.
	Asegurarse que las personas involucradas conozcan y tengan acceso a los medios de comunicación necesarios durante el proceso.
	Asegurarse que el equipo esté al tanto de los requisitos requeridos en la auditoría (puntos e normas, información documentada, etc.
	Transmitir entre las personas involucradas las funciones que llevaran a cabo durante el proceso de auditoría para impulsar su implicación activa y evitar confusiones en las actividades con relación a la información documentada, de personal, instalaciones, etc.
	Motivar al equipo para mejorar su compromiso en la auditoría y sus responsabilidades.
Comunicación externa	Establecer un canal de comunicación efectivo y bidireccional entre la empresa y el auditor.
	Desarrollar mecanismos de seguimiento y control de las actividades e información entre los grupos de interés durante el proceso de auditoría.
	Fomentar la colaboración y participación entre los grupos de interés. Para reforzar la actividad entre los medios de comunicación para favorecer la transmisión de información.
	Ser un instrumento que contribuya a la comunicación de resultados, quejas y solicitudes durante el proceso de auditoría.
	Lograr con eficacia y rapidez la gestión de la información relativa a la auditoría en los canales de información.

3. Mejoras de la comunicación

Se muestran las diferentes opciones de acción que contribuirán al cumplimiento de los objetivos.

1. Desarrollar herramientas o mecanismos de seguimiento y control de las actividades y de información documentada.

1.1 Contactar semanalmente con los diferentes encargados de las áreas envueltas en el proceso para recabar información acerca de la situación del proceso de auditoría.

1.2 Utilizar comunicaciones electrónicas, escritas y otro tipo de medio social.

1.3 Elaborar indicadores que contribuyan a evaluar el proceso de auditoría.

2. Contar con canales de comunicación fluidos y eficientes entre los grupos de interés.

2.1 Utilizar la comunicación Interactiva debido a que se debe realizar el intercambio de información entre los grupos de interés con la finalidad de llegar a un acuerdo. Para ello puede hacerse uso de mensajería, conferencias, video conferencias, llamadas telefónicas, etc.

2.2 Utilizar la comunicación de tipo Push para hacer posible que los grupos de interés involucrados puedan recibir la información que necesitan. Por lo cual el uso de informes, faxes y correos electrónicos son elementos básicos para transmitir información relacionada al proceso de auditoría.

2.3 Utilizar la comunicación de tipo Pull para que todo el volumen de información que envuelve la auditoría pueda ser transmitida al grupo de interés pertinente. Hacer uso de herramientas como Intranet puede favorecer la comunicación entre los diferentes empleados de la empresa (interna) y otro tipo plataforma puede ayudar en la comunicación con el equipo auditor (externa).

3. Atención a respuesta de dudas y solicitudes entre los grupos de interés.

3.1 Realizar un documento de planificación que permita organizar las no conformidades y/o solicitudes.

3.2 Seleccionar y clasificar las solicitudes recibidas de acuerdo a su importancia.

4. Sistematizar la comunicación interna en los aspectos relacionados con el proceso de auditoría.

4.1 Mantener un flujo de consistente de comunicación a través de medios sociales.

4.2 Planificar la difusión de contenidos a realizar en los diferentes medios de comunicación.

4. Elementos del plan de comunicación

Comunicación empresarial interna

Comunicación con grupos de interés externos a la empresa (equipo auditor)

También a través del plan se identifican los elementos relacionados con los tipos de comunicación. Estos elementos resultan importantes para el cumplimiento adecuado del plan.

1. Comunicación interna

Comunicación ascendente

- Metodología e instrucciones para el desarrollo del plan de comunicación.
- Despliegue de estrategias para el cumplimiento de auditoría.
- Difusión de los requisitos a cumplir en la auditoría.

Comunicación descendente

- Atención y respuesta de solicitudes, no conformidades.
- Iniciativas, propuestas de mejora y optimización.
- Reportes de control y seguimiento de manejo de información.

Comunicación horizontal

- Coordinación de la distribución de la información entre los encargados.

2. Grupos de interés externos

Difusión de la información requerida

Organización y manejo de los requisitos legales.

5. Acciones del plan de comunicación

Para la implantación del plan de comunicación es necesario tomar como referencia las llamadas fichas de comunicación que establecen acciones a llevar a cabo para el cumplimiento de los diferentes objetivos.

A continuación, se muestra la estructura de las fichas y el significado de cada uno de sus apartados.

Tabla 3 Descripción de la estructura de las fichas de comunicación

Ámbito de la comunicación	Comunicación interna, comunicación externa.
Objetivo específico	Objetivo que se pretende cumplir.
Responsable de la emisión	Persona o grupo responsable de transmitir la información.
Destinatarios	Persona o grupo que debe recibir la información.
Canales y medio	Métodos y Medios utilizados para difundir la información.
Información complementaria	Información y documentación necesaria para llevar a cabo el cumplimiento de la acción.
Resultados	Indicadores y métodos a utilizar para evaluar el cumplimiento del objetivo.
Seguimiento y mejora	Responsable de la acción de seguimiento y mejora.

6. Seguimiento y mejora del plan de comunicación

Para cumplir con este punto es necesario la realización de informes de seguimiento que cubran los aspectos de efectividad del plan de comunicación, de acuerdo a su uso También se deben realizar las siguientes acciones que se mencionan a continuación:

Valorar los diferentes medios de comunicación utilizados.

Revisar los resultados obtenidos en la utilización de las fichas de comunicación.

Informar los resultados del proceso de auditoría.

Realizar análisis de los resultados obtenidos durante el proceso de auditor.

RESTRUCTURACIÓN, EVALUACIÓN Y PRUEBAS A LA MÁQUINA LIMPIADORA Y CORTADORA DE NOPAL

MAURICIO BOTELLO ORTIZ¹

RESUMEN

Actualmente en la Región de los Llanos no se cuenta con la herramienta y tecnología necesaria para procesar el nopal de forma rápida y eficiente para procesarlo y comercializarlo.

En la región de los llanos, y sus alrededores, las personas ocupan el nopal para procesarlo, ya que es un alimento muy saludable, se utiliza para muchas cosas, ayuda a combatir enfermedades y tiene muchos más beneficios, la mayoría de las personas que ofrece el nopal procesado, son vendedores ambulantes, los cuales demoran bastante tiempo en procesar una penca de nopal.

Se pretende maximizar el beneficio, la producción y minimizar el esfuerzo y el tiempo de quien realiza esta actividad, ya que realizar este proceso de la forma artesanal provoca cansancio y dolores en distintos músculos de la persona, además que es una actividad que conlleva mucho tiempo, puesto que son grandes las cantidades que se limpian.

Consiste en la reestructuración a una procesadora de nopal ya existente con la que cuenta el tecnológico de los llanos; A prueba de la procesadora de nopal funciona con un sistema conformado por rodillos, el nopal sale sin espinas para luego ser cortado en trozos mediante un sistema de prensado y una malla afilada.

Palabras Clave: Procesadora, Rodillos, Nopal, Minimizar.

ABSTRACT

Currently in La Region de los Llanos there is no tool and technology necessary to process the cactus quickly and efficiently to process and market it. In the region of the plains, and its surroundings, people occupy the nopal to process it, since it is a very healthy food, it is used for many things, it helps fight diseases and it has many

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De La Región De Los Llanos. Maury_boor@hotmail.com

more benefits, most of the people that offer processed cactus, are street vendors, which take a long time to process a prickly pear cactus. It is intended to maximize the benefit, the production and minimize the effort and time of the person who performs this activity, since carrying out this process in the traditional way causes fatigue and pain in different muscles of the person, in addition it is a time-consuming activity, since the quantities that are cleaned are large. It consists in the restructuring of an existing cactus processor with which the plains technology counts. Proof of the nopal processor works with a system formed by rollers, the nopal leaves without thorns to be cut into pieces by means of a pressing system and a sharp mesh.

Keywords: Processor, Rollers, Nopal, Minimize.

INTRODUCCIÓN

En la región de los llanos parte de la población dedica su trabajo a la pela de nopal como parte de las actividades necesarias para seguir adelante, obteniendo ingresos que ayudan en la economía de sus familias. El producto de nopal se da naturalmente en toda la región de los llanos, provocando que personas aprovechen de sus beneficios para obtener un ingreso para sus familias y seguir adelante.

Pelar una penca de nopal se lleva alrededor de dos minutos y media dependiendo del tamaño lo cual se considera ser además de tardado muy incómodo y difícil debido a la cantidad de espinas que este contiene. El nopal es demandado por sus propiedades que ayudan en la dieta de las personas, ya que es un alimento saludable y de fácil acceso. Actualmente no existe dentro de la Región de los Llanos la herramienta y tecnología necesaria para quitar las espinas de un nopal, por lo que enfrentar esta problemática dentro de la misma sociedad ha puesto tediosidad e incertidumbre dentro de la misma, pues la solución se ha encontrado pero no ha habido persona alguna que le dé continuidad y funcionamiento a lo ya estructurado. El objetivo del presente proyecto es terminar, mejorar, y darle mayor eficiencia al proceso quitarle las espinas y cortar el nopal, realizando prueba, registrando y analizando resultados para seguir innovando el proceso aumentando en cada prueba la eficiencia de la máquina, todo esto en beneficio de la población que depende de esta actividad y así facilitar dicho proceso, para quienes lo dedican

como actividad primaria. En beneficio de la población de Guadalupe Victoria y sus alrededores se pretende maximizar el beneficio, la producción y minimizar el esfuerzo y el tiempo de quien realiza esta actividad, ya que realizar este proceso de la forma artesanal provoca cansancio y dolores en distintos músculos de la persona, además que es una actividad que conlleva mucho tiempo puesto que son grandes las cantidades de nopales las cuales se limpian, se pretende darle continuidad y reestructuración a una procesadora de nopal ya existente con la que cuenta el tecnológico de los llanos haciendo así mismo mención de que esta aún no se encuentra terminada.

A prueba de la procesadora de nopal se pretende que a través de un sistema conformado por rodillos, el nopal salga sin espinas para luego de que sea cortado en trozos mediante un sistema de prensado y una malla afilada.

DESARROLLO

FUNDAMENTO

El Nopal es una planta arbustiva, rastrera o erecta, que pueden alcanzar 3,5 a 5 m de altura. El sistema radical es muy extenso, densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales en zonas áridas de escasa pluviometría. La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, especialmente el riego y la fertilización. [6]

El nopal es uno de los recursos de mayor importancia económica de la flora mexicana. Actualmente, por sus varias propiedades nutritivas, químicas, industriales, ecológicas, medicinales y simbólicas, entre otras, el nopal es uno de los recursos vegetales más importantes para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas de México. [5]

El nopal, del cual existen numerosas especies, se cultiva en clima seco, semiseco y templado, entre los 900 y los 2240 m. sobre el nivel del mar. Su uso ha sido principalmente alimenticio, aunque también medicinal. Se consumen las pencas ovaladas y sus frutos: las tunas que son dulces o el xoconostle.

En la Medicina Tradicional Mexicana contemporánea se lo utiliza de diversas formas:

- Para combatir la diarrea se toma el cocimiento de la raíz del nopal,
- Se lo recomienda para combatir la gastritis,
- Para combatir los cólicos intestinales,
- Para combatir la fiebre y la deshidratación,
- Para mejorar la producción de la leche materna,
- Para destoxificar el hígado,
- El Nopal asado se utiliza para aplicar compresas calientes con propiedades antiinflamatorias. [7]

Existen varios sistemas de producción, desde replantación de nopaleras silvestres hasta producción intensiva basada en altas densidades de plantación y riego. Los programas gubernamentales enfocados a la recuperación de nopaleras severamente deterioradas han fallado debido a la falta de entendimiento de la complejidad de los sistemas de producción implicados. Las plantaciones son usualmente establecidas en tierras marginales y bajo manejo deficiente, lo que contribuye al fracaso de estos programas. Sin embargo, los programas federales deben continuar poniendo énfasis en el uso más eficiente de los recursos naturales, para mejorar las condiciones ecológicas y socioeconómicas de las regiones semiáridas del Norte de México. [2]

La disponibilidad de forraje de *Opuntia* en el Norte de México depende principalmente de poblaciones silvestres compuestas de las especies descritas anteriormente, la cuales se distribuyen en 283 000 km². Desafortunadamente estas áreas han sido objeto de uso indiscriminado y escaso manejo (Marroquín et al., 1964). Las sequías recurrentes asociadas con la escasez de otros alimentos animales han incrementado la demanda de forraje de *Opuntia*. La productividad e dichos agro sistemas es relativamente baja e inestable, fuertemente dependiente del clima y las condiciones de manejo.

Los rendimientos varían de 25 a 125 ton/ha, dependiendo de la especie, el vigor de las plantas, el clima, la fertilidad el suelo y el sistema de manejo. Estos rendimientos asumen que el 75-80 por ciento de la masa aérea es usualmente cosechada

El período de recuperación es también significativamente dependiente de la lluvia y la intensidad de uso. Las primeras cintas transportadoras primitivas se utilizaron desde el siglo 19. en 1892, Thomas petirrojos comenzaron una serie de invenciones que llevaron al desarrollo de una cinta transportadora utilizada para el transporte del carbón, minerales y otros productos. En 1901, sandvik inventó y comenzó la producción de acero transportadoras correas en 1905 Richard sutcliffe inventó las primeras cintas transportadoras para uso en minas de carbón que revolucionó la industria minera. en 1913, Henry Ford introdujo transportadora líneas de montaje en el parque Highland de Ford motor company, fábrica de Michigan. En 1972, la sociedad francesa REI creó en Nueva Caledonia el más largo transportador de cinta recta del mundo, a una longitud de 13,8 km. Hyacynthe Marcel bocchetti fue el diseñador del concepto. [1]. En 1957, la compañía B. F. goodrich patentó una cinta transportadora que pasó a producir como el sistema de cinta transportadora de volumen de negocios. Incorporando un medio giro, tenía la ventaja sobre cinturones convencionales de una vida más larga porque podría exponer toda su superficie al desgaste. Las correas de tiras de möbius ya no se fabrican porque las correas modernas sin torsión pueden hacerse más duraderas construyéndolas a partir de varias capas de diferentes materiales.

En 1970, intralox, un Luisiana empresa, registrada la primera patente para todas bandas plásticas, modular. [4].

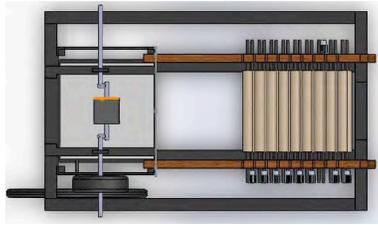
METODOLOGÍA

DISEÑO EN SISTEMA CAD

Los materiales que se utilizaron para diseñar y construir la máquina se adquieren por inversión propia en base a las necesidades que esta vaya adquiriendo.

Se pretende que la máquina tenga un diseño sencillo por el cual, quien la opere, tenga la facilidad de uso, asegurando la integridad del mismo.

El diseño base se muestra a continuación con un diseño rápido elaborado en Solidworks, con el cual se pretende comenzar a formar la máquina, agregando



La última estación es una plancha que se conecta a un motor, el cual conectado a sistema parecido al de un cigüeñal, provoca que este suba y baje constantemente para así, cuando el nopal salga del ultimo rodillo, este sistema provoque tres funciones las cuales se mencionan a continuación:

Penca completa: Si el caso es que el usuario desea solamente la penca des espinada, se quitara una malla afilada, ocasionando que el nopal solamente caiga en un depósito donde se almacene. **Tiras o cuadritos:** En caso de que se desee que la penca sea partida en diferente presentación, solamente se colocaría la malla afilada que vaya de acuerdo a las necesidades del cliente. Decidimos que los estándares serán en cuadritos o en tiras, ya que fueron resultados que arrojó las encuestas de mercado.

Para agilizar este proceso se necesita que el nopal este en una medida estándar, la aleatoriedad del nopal es un problema, ya que se depende de diversas variantes, como la madurez, el tipo de nopal, y aparte de esto, que el nopal sea del mismo tipo y tenga la misma madurez no significa que las pencas tengan un tamaño similar.

Para esto se deja una medida estándar ya que aparte de la problemática anterior, como se trabaja con dos pisos de rodillos, estos necesitarían más elementos para poder ajustarlos a una medida deseada, esto elevaría su costo, y son detalles que se tratan de evitar, por lo cual haciendo un análisis, comparando con maquinaria distinta, se dejara una medida estándar del nopal.

Finalmente pasa por una plancha la cual lo someterá a una malla afilada para que sea cortado en pedazos.

Para llevar a cabo este prototipo se realizó un análisis detallado de los materiales que conforman la maquina se pudieron observar algunas partes que sufrían algún

daño una de ellas fue la estructura que es la parte fundamental de la maquina los daños que sufría la estructura son mal soldado en algunas uniones entre los materiales (PTR GALVANIZADO) en lo cual se dio a la tarea de llevar a cabo un pulido de la soldadura para así tener mejor manejo al estar resoldando el material de nuevo con la soldadura indicada

.A continuación se muestra un listado de las actividades a realizar:

Para la elaboración de los rieles es una de las partes más importantes ya que con ellas es donde va sujetos los bujes donde se incrusta las ejes que sujetan los rodillos para la elaboración de los orificios se realizaron con la ayuda de la fresadora CNC con ayuda de un dibujo realizado con el programa SOLID WORKS para así darle la misma distancia a cada orificio con la ayuda de una navaja de Reuter con una medida de $\frac{1}{4}$ " que le fue incrustada en la parte de la fresadora y así poder realizar el trabajo.



Imagen 1.11 elaboración de rieles

Para la realización de los bujes se reutilizo material de nailon acero se sujetó en el torno para así rebajarlo hasta un diámetro de 17 mm y con espesor de $\frac{1}{8}$ " con un diámetro interno de $\frac{3}{8}$ " para así al momento de la instalación pueda entrar los ejes de los rodillos y puedan girar con ninguna dificultad.

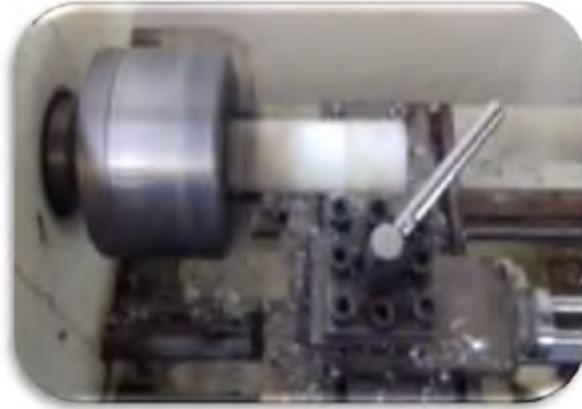


Imagen 1.12 fabricación de bujes

Para que la maquina desespinaadora de nopal funcionara se llega a la conclusión de utilizar dos rodillos de nylacero para que desempeñe el funcionamiento de las navajas que eliminan las espinas para esto se mide una raqueta de nopal para ver que dimensiones tienen las más grandes son de 10"x 1 1/4" para esto se llega a la conclusión que la medida estándar para los rodillos sea de esta dimensión.



Imagen 1.24 corte de nylacero

Imagen 1.25 torneado de caras laterales

Para realizar el atornillado en la madera se pone la madera en la parte donde se va desempeñar su trabajo una vez teniéndola en la posición en la que es se procede a marcar en el punto indicado para realizar una perforación donde se va sujetar la madera con tornillos con un grosor de 3/8" x 1" para que sea los suficiente para la sujeción.



Imagen 1.49 atornillado de madera

En la colocación de los engranes es una de las partes más importantes e interesantes ya que con ellos se va transmitir el giro en cada uno de los engranes para la colocación es demasiado fácil una vez acoplados los engranes en las guías se procede apretar los opresores para que evitar que se salga.



Imagen 1.50 Colocación de engranes

En el ensamblado de la banda dentada es necesario colocar el motor en la posición exacta ya estando en la posición correcta se precede a montar la banda dentada y que concuerde con cada uno de los dientes para evitar que se brinque alguno ya

estando en su posición se ajusta “tensa” para que gire bien y evitar que se salga o se desplace hacia los lados.



Imagen 1.55 Ensamblado de banda dentada



En la colocación de la banda es necesario tomar algunas medidas para saber que distancia va ser requerida para el corte una vez teniendo la medida establecida se procede a la colocación en los tres engranes correspondientes y ajustando el motor al tensión requerida.



Imagen 1.58 Colocación de banda dentada en engrane



Imagen 1.62 pintado de estructura

RESULTADOS

acuerdo a las piezas nuevamente diseñadas y ensambladas en el prototipo permiten:

- Mejor estabilidad en los rodillos: Debido a que su torneado y ajuste a los ejes permite que tenga un giro uniforme y ya no se atoren. Estos mismos rodillos funcionan como impulsores de la penca para que avance en el proceso.
- Los rodillos desespinaadores retiren las espinas en un 85%, por lo que es necesario ajuste.
- Los engranes de Aluminio diseñados en maquinado CNC permiten mayor tracción y se ajustan adecuadamente a la banda dentada.
- La banda dentada presenta una Resistencia de 100%, solo que es importante ajuste y grapado adecuado de las mismas.
- Las revoluciones y el control de las mismas es adecuado, debido a que las poleas han permitido reducir la fuerza ya que el motor es de ½ HP.
- El Sistema de rebanado funciona en un 90% de eficiencia con respect a la caída de la penca desespinaada.
- Al momento la funcionalidad es con pencas de un tamaño promedio que se ajustan al Sistema.

CONCLUSIONES

El prototipo está terminado y se han estado realizando modificaciones periódicas con el objetivo de buscar la mejor funcionalidad, cambio de materiales, más resistentes que permitan el mejor giro y agarre de la penca.

Esta máquina se ha diseñado para darle valor agregado al Nopal y para satisfacer la principal necesidad que es Des espinar o limpiar la penca de Nopal, como acción secundaria se construyó el sistema de corte del mismo.

La máquina se diseña de forma sencilla para que todos los materiales se puedan encontrar en el mercado nacional, lo que permite fácil acceso a respuestas y no afectar al productor o usuario de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo - Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. 2ª ed Vol. 1 U.N.A.M. México.
- CONAZA. 1992. Aspectos técnicos y socioeconómicos del nopal *Opuntia* ssp. Serie: Fichas técnicas de especies forestales. (Mimeografiado) Saltillo, Coah., México.
- ROBLES, M. A. (6 de Enero de 2008). Inforural. Obtenido de <http://www.inforural.com.mx/el-nopal-real-alternativa-para-los-campesinos-de-durango/>
- Banco Mundial. (2017). Doing Bussines. Obtenido de <http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreconomies/mexico/sub/durango/topic/starting-a-business>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). Biodiversidad Mexicana. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/nopales/nopales1.html>
- Sáenz, C. (2006). Utilización Agroindustrial del Nopal. Roma: FAO.
- Sierra, A. (08 de 10 de 2008). Ecoosfera. Obtenido de <http://ecoosfera.com/2013/10/una-relacion-de-las-propiedades-curativas-del-nopal-una-de-las-plantas-mas-generosas-de-mexico/>
- Sierra, A. (3 de Junio de 2014). Ecosfera. Obtenido de <http://ecoosfera.com/2014/01/una-relacion-de-las-propiedades-curativas-del-nopal-segunda-entrega/>

FACTORES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EMPRESAS MANUFACTURERAS DEL MUNICIPIO DE DURANGO, DGO.

MERARI BETZABE ACOSTA GARCÍA¹, DIANA QUIJADA CAMARENA², BRYAN IVÁN RIVAS GALINDO³,
FERNANDO ANTONIO VELÁZQUEZ TERRONES⁴, LIZBETH YAMILETH HERNÁNDEZ ÁVILA⁵

RESUMEN

El mantenimiento en una empresa representa una inversión de mediano y largo plazo que acarrea ganancias en base al ahorro de averías y paros de producción repentinos, así como también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos, por este motivo es imprescindible saber cuáles son las maneras más eficientes, económicamente hablando, de realizar dichos mantenimientos, de los cuales se ha comprobado que el mantenimiento predictivo y el mantenimiento preventivo representan mayor ahorro para la empresa con respecto a aplicar mantenimiento correctivo a maquinaria ya averiada, por lo que se realizaron estudios de la literatura sobre los procedimientos que presentaron mayores resultados para conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados, todo esto con el menor costo de tiempo y recursos, para al final exponer las técnicas con mayor rendimiento para utilizarlas de ejemplo para un modelo futuro de planeación de mantenimiento en la empresa.

Palabras clave: Inversión, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, rendimiento.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. roabetzabe@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. diana1qui7@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. petricornocurno@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. felvia8@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Durango. yamileth-2017@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento puede definirse como un conjunto de normas, técnicas y estrategias establecidas mediante un programa de administración del mantenimiento, con el único fin de conservar en óptimas condiciones la maquinaria y las instalaciones de una planta industrial, proporcionando un mejor rendimiento y una mayor disponibilidad.

A través del tiempo el mantenimiento ha tenido una serie de mejoras debido al desarrollo de nuevas tecnologías (como los software de planeación de mantenimiento); en sus inicios solo era visto como actividades de corrección para solucionar alguna falla, hecho que cambio con el paso de los años, cuando las industrias comenzaron a desarrollar departamentos de mantenimiento que ya no solo pensaban en realizar acciones correctivas sino que se adelantaban a la falla realizando actividades para prevenirlas (mantenimiento preventivo) o por medio de estadísticos realizar un pronóstico sobre cuando fallaría cierta maquinaria o equipo en el futuro (mantenimiento predictivo).

Actualmente, el mantenimiento es un pilar fundamental dentro de la industria, ya que una buena administración del mismo permite a las organizaciones obtener beneficios que se ven reflejados en la calidad y en la producción, con base en ello, a lo largo del presente artículo se desglosarán una serie de temas relacionados con la administración efectiva de un mantenimiento industrial, haciendo un énfasis en el ya comentado mantenimiento preventivo, destacando en qué consiste, cuáles son sus objetivos, cuáles son los beneficios que podría obtener la industria al tener una buena gestión de este tipo de mantenimiento, o en su defecto, cómo es que no llevarlo a cabo puede afectar a la organización. Durante el desarrollo del presente artículo se explicarán todo estos puntos.

MANTENIMIENTO

Según Moisés Eduardo Tamariz Vélez en el año 2014 en el contenido de su tesis presentada para el título de ingeniero Industrial define el mantenimiento como “La función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios.

En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo”

Para Martínez De La Paz en el año 2011 el “Mantenimiento es la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas en caminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad del personal” Y esto fue referenciado por la Dra. Ing. Estrella María De La Paz Martínez en 2014, diciendo también que el mantenimiento prácticamente ocupa un lugar imprescindible dentro de los objetivos y procesos de la actualización del modelo económico y social globalmente. (Martínez, 2014)

Olivera en 2009 menciona que el mantenimiento es la conservación de los equipos es decir, el mantener equipos en condiciones factibles por medio de un método de prevención para evitar costos y fallas o averías dentro de un proceso de producción, por eso se dice que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de forma continua, anticipando a que se produzca una falla ya que de esta depende la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones, por ello es reconocido como un aspecto imprescindible en la empresa (Olivera, 2009).

El mantenimiento industrial se ha definido como la necesidad de desarrollar acciones técnicas financieras y organizativas para salvaguardar en óptimas condiciones a los elementos como serian equipos, maquinaria, infraestructura etc., que interceden dentro de un proceso productivo sea este de bienes o servicios, y que como objetivo primordial tiene que evitar la innecesaria actividad productiva a causa de fallos en la maquinaria e infraestructura o equipos involucrados en las operaciones así como el prestarse para que tenga el menor impacto negativo posible y al mantener el correcto estado funcional en los equipos. (Sanmartin & Quezada, 2014)

Tipos de mantenimiento

Existen diversos autores que definen dichos mantenimientos y cada uno de ellos redacta las formas diferentes en que se puede clasificar los tipos de mantenimiento, las cuales se reflejarán a continuación de una forma general.

Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo tiene como propósito, el hallar y corregir todos los problemas menores previamente a que estos provoquen fallas. Como su nombre lo dice, el mantenimiento preventivo se trazó con la idea de pronosticar y anticiparse a los fallos de las máquinas y/o equipos, manipulando para ello una sucesión de datos sobre los diferentes sistemas, y sub-sistemas e inclusive partes en éstos. Bajo dicha premisa se diseña el programa con frecuencias o uso del equipo, para ejecutar o llevar a cabo cambios de sub-ensambles, cambio de partes en los equipos, ajustes reparaciones, lubricaciones, y cambios de aceite entre otras cosas referente a ello, en la maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. (Sima, 2014)

El mantenimiento preventivo es de suma importancia ocupando un lugar fundamental en la política del servicio técnico de las empresas en todo el mundo, se ha llegado a considerar un aspecto esencial de la atención que se ofrece a los instrumentos y clientes, además de que el equipo pueda ofrecer un resultado confiable depende mucho de la gestión del mantenimiento preventivo (Olivera, 2009).

Mantenimiento predictivo

El Mantenimiento Predictivo, que más que ser solo un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas o método que se lleva a cabo o que se considera para la detección previa de síntomas para ordenar la intervención, es decir, el organizar las operaciones o actividades que serán necesarias en dado caso de una falla o avería, y esto para prevenir algo más grande o costos y evitar daños tanto a recurso humano, que sería prevenir accidentes o evitar lo que son paros en el proceso que involucraría costos innecesarios que por lo tanto son previsibles y/o cambios de máquina que también involucra costos, y todo antes de la aparición del fallo (Tamariz, 2014).

En el mantenimiento predictivo o previsor como también se le conoce, se aplica un método estadístico que da inicio a dos curvas que son la previsión de breve y de largo plazo, en base al histórico de mediciones del parámetro registrado. Entre estas dos curvas se delimita una intermedia previsor de rotura. (Propymes, 2014)

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento se considera que consiste en reacondicionar o el sustituir partes o piezas en un equipo, una vez que han fallado y dejan de funcionar permanentemente, incluso podría decirse que también aplica cuando se realiza el cambio de una maquina o equipo por uno nuevo, por las mismas razones, es decir, fallo permanente (Olivera, 2009).

Mantenimiento detectivo

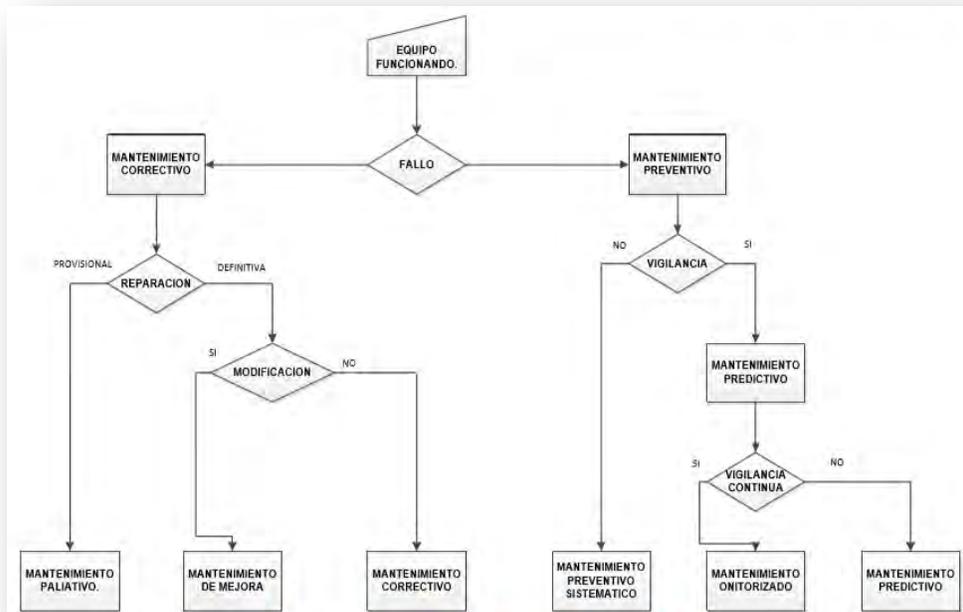
Este mantenimiento, está dentro de la clasificación que propone Valeria Olivera en 2009, que dice que éste mantenimiento está orientado a lo que es la búsqueda de fallas o averías y consiste en realizar inspecciones de las situaciones, operaciones o funciones ocultas, a intervalos regulares, para comprobar si han fallado, y si tal es EL caso de alguna falla se reacondicionan (Olivera, 2009).

Mantenimiento mejorativo

Mencionado en la clasificación de Valeria Olivera en su tesis en el año 2009, explica que dicho mantenimiento, implica el rediseño del equipo o maquinaria, o alguna parte del mismo y que consiste en cambiar o modificar las condiciones originales del equipo o la instalación, con el fin de mejorarlos (Olivera, 2009).

En la ilustración 1, representa lo que es un diagrama de flujo sobre los tipos de mantenimiento y el cuándo, o mejor dicho en que situación es conveniente de aplicar, citado por Tamariz en 2014.

Ilustración 1 Diagrama de flujo. Tipos de mantenimiento a aplicar, fuente (Monchy,1990) citado por (Tamariz, 2014)



Gestión del mantenimiento

“Es necesario gestionar de manera correcta las necesidades y prioridades de la función de mantenimiento, para lograr los efectos convenientes, a través de la mejora en cuanto a la eficiencia y eficacia de los procesos”(Sanmartin & Quezada, 2014). Realizando lo citado anteriormente es posible alcanzar una excelencia operativa dentro del mantenimiento, lo que se puede traducir como una serie de beneficios para la empresa.

El mantenimiento industrial, en general cuenta con diferentes antecedentes del por qué su causa y la importancia de su realización, aunado a esto a continuación se muestran algunos conceptos basicos para su mejor entendimiento:

Parada

Es la interrupción que se ocasiona debido a fallas presentadas en los equipos, maquinas e instalaciones, y que en conjunto forman un proceso de producción (Olarde, Botero, & Cañon, 2010).

Reparación

Se refiere a un “conjunto de actividades orientadas a restablecer las condiciones normales de operación de una máquina” (Olarte, Botero, & Cañon, 2010).

Fallo

Fallo es una de las principales y más importantes definiciones que se han mencionado durante el desarrollo del presente artículo, este se presenta cuando existe la posibilidad de que una maquinaria deje de realizar sus actividades normales, resultando en un paro de producción, trayendo una serie de consecuencias graves a las que se tendría que enfrentar la empresa, lo cual representaría un alto riesgo que hay que gestionar (Tamariz, 2014).

Por ello se requiere de un cambio de paradigma dentro de la empresa y utilizar herramientas como la ingeniería de riesgo que es el determinar las consecuencias de un fallo y si es que son tolerables o no, luego el análisis de fiabilidad que involucra el identificado de actividades u operaciones preventivas que sean factibles y rentables para la empresa y después esta la mejora de la mantenibilidad que es el reducir tiempos y costos de mantenimiento. (Tamariz, 2014)

Diferencia entre Avería y Falla

Desde un punto de vista más estricto y técnico, la razón primaria de la existencia del mantenimiento es su luchar contra los procesos de deterioro de los equipos e instalaciones, pero no siempre todo es perfecto y por ello se consideran algunos conceptos importantes como son los siguientes:

Avería es el estado caracterizado por la incapacidad para realizar la función requerida (Propymes, 2014). Por otra parte está la falla que es el evento que hace acabar la funcionalidad requerida. Actualmente se detecta que una maquina tuvo falla porque detiene su funcionamiento normal. “Por lo tanto, se considera que un equipo se encuentra en estado de falla cuando no funciona en forma eficiente o cuando el producto no alcanza la calidad especificada” (Propymes, 2014).

Existen dos tipos diferentes de fallas, estas son:

Esporádica: Es repentina y cuando aparece genera la interrupción operativa de los equipos, así como luego de ser reparado, el equipo vuelve a su estado operativo previo (Propymes, 2014).

Crónica: suelen ser aquellas que persisten en el tiempo, que comúnmente no son confundibles con las condiciones operativas normales o incluso pasan desapercibidas incluso hasta llegan a ser ignoradas (Propymes, 2014).

Importancia del mantenimiento preventivo

El mantenimiento es el que da un adecuado funcionamiento de las máquinas en el área de producción y de la misma forma sirve para maximizar su tiempo de funcionamiento. Su importancia radica en que a través del mismo, aplicando mantenimiento preventivo o predictivo se logra eliminar la improvisación en las actividades de mantenimiento (mantenimiento correctivo), las cuales representan un alto costo para la empresa. “Si el mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones”. (Dickson, 2012)

También se plantea la importancia del mantenimiento industrial como “el conjunto de actividades que se realizan periódicamente para garantizar el óptimo rendimiento de maquinaria e instalaciones” (Martin, 2013).

Las actividades de mantenimiento tienen como objetivo llevar a su mínima expresión las fallas que puedan llegar a suceder en los equipos, maquinaria o instalaciones, y de esta manera poder lograr una optimización de la vida útil de los equipos, garantizando tenerlos en disponibilidad para cuando sean requeridos (Abella, 2008).

Objetivos de la función de mantenimiento.

El objetivo del mantenimiento en un principio se limitaba a mantener en buenas condiciones la maquinaria y equipo que se utilizaba para mantenerlas trabajando todo el mayor tiempo posible, pero hoy en día el objetivo se centra en la “reducción del tiempo que el equipo permanece en reparación, de la tendencia a la eliminación de los almacenes de refacciones, de la planeación e implementación de programas de mantenimiento que permitan a la empresa mantener la producción de las plantas

en sus máximos valores” (Olivera, 2009). Con base a lo dicho por Olivera en 2009 el departamento de mantenimiento ha sido considerado como un organismo dentro de la empresa que solo entra en acción cuando se requiere reparar urgentemente alguna avería que se presentó. Contrariamente a esto, lo que Olivera describe como los verdaderos objetivos del departamento de mantenimiento son “el cumplir un valor determinado de disponibilidad, cumplir un valor determinado de fiabilidad, asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta y conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado.” (Olivera, 2009)

Lo cual se fomenta en otro documento para los mismos objetivos resumiendo lo siguiente, según Molina en 2010, “El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos” (Molina, 2010).

Por lo tanto, se observa que los objetivos del mantenimiento pueden garantizar adecuado funcionamiento de los centros de producción de una empresa.

Ventajas del mantenimiento industrial

La aplicación del programa de mantenimiento origina que las empresas tengan las siguientes ventajas.

En la producción:

La prolongación la vida de las maquinarias y el equipo, optimiza las condiciones de seguridad de la maquinaria, evitar daños irreparables en las maquinas, reduce riesgos de accidentes de trabajo y en los tiempos muertos por la maquinaria en reparación. (León, 2011)

En la empresa

Disminuye los costos de reparaciones imprevistas, genera producción de alta calidad a un bajo costo, facilita un presupuesto de acuerdo con las necesidades de la empresa, permite a la empresa una entrega justo a tiempo de sus productos (León, 2011).

Según los expuesto en el libro “técnicas de mantenimiento industrial” de Navarro Díaz (2004) existen también las ventajas e inconvenientes de cada tipo de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo

Como ventajas tiene que no se requiere una gran infraestructura ni un análisis exhaustivo, además de que se aprovecha al máximo su vida útil (Navarro, 2004)

Sin embargo, los inconvenientes son mayores ya que las averías se presentan de forma espontánea causando un paro en la producción, también existe un riesgo al manejar los repuestos ya que en este tipo de fallas las piezas dañadas suelen ser las más importantes y difíciles de conseguir. (Navarro, 2004)

Mantenimiento preventivo

La ventaja es la reducción de los paros imprevistos de los equipos, solo se requiere cuando el equipo tiene una relación entre la probabilidad de fallos y la duración de vida (Navarro, 2004).

A diferencia del mantenimiento correctivo el preventivo no aprovecha en su totalidad la vida útil del equipo, si no se planea bien la frecuencia del mantenimiento este genera un aumento en los gastos y disminuye la disponibilidad de los equipos (Navarro, 2004).

Mantenimiento predictivo

La ventaja del mantenimiento predictivo es que se logra determinar el tiempo óptimo para ejecutarlo sin interrumpir el funcionamiento normal de las instalaciones, además de mejorar el control del estado de los equipos. (Navarro, 2004)

Para llevar a cabo éste mantenimiento es necesario personal muy capacitado e instrumentación de análisis costosa, además de que se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido. (Navarro, 2004)

Funciones y responsabilidades del mantenimiento

La prioridad del departamento de mantenimiento es reducir tiempos de reparación con la máxima durabilidad de la maquinaria averiada, asegurando la calidad en todo momento hasta que el producto esté terminado. (León, 2011).

Las principales acciones del departamento de mantenimiento son el constante control de los equipos e instalación (reparar, revisar, mantener), gestionar el inventario, tener un stock de repuestos, herramientas, el modificar, instalar equipos e instalación y asesoramiento en la compra de nuevos equipos (Senati, 2007)

Según el expuesto en el artículo “gestión de mantenimiento” de la institución SENATI (2007) en la cual expresa que las funciones de mantenimiento se dividen en dos que son, las funciones directivas y operativas

funciones directivas

Como funciones directivas está el planificar programas de mantenimiento, organizar programas de mantenimiento, controlarlas variables principales, decidir por la reposición de los equipos y crear los mecanismos de control para el seguimiento de mantenimiento (Senati, 2007)

funciones operativas

En funciones operativas esta seleccionar, instalar, operar, conservar y modificar los servicios de la planta, supervisar las especificaciones para la compra del equipo, conservar en un buen estado los dispositivos de seguridad y cuidar que se cumplan las normas de seguridad, capacitar al personal (Senati, 2007).

mantenibilidad

“La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos”. (Grajales, 2006)

Mantenibilidad es "la capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para conservar, o ser restaurado a, un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos." (calidad, 2018)

En la norma CEI 60050-191 se especifica que $M(t_1, t_2)$, viene siendo la probabilidad de que una operación de mantenimiento realizada a un equipo o máquina, ya sea en ciertas condiciones y con ayuda de ordenamientos y medios detallados, pueda llevarse a cabo en un intervalo de tiempo (t_1, t_2) siempre y cuando la acción u operación ha comenzado en $t=0$. (60050-191, 2001).

determinación del mantenimiento y reparación

“El coste integral de mantenimiento tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no sólo los directamente relacionados con mantenimiento. Están formado por la suma de los costes directos más los costes indirectos. El coste global o del ciclo de vida de un equipo incluye todos los costes en que se incurre a lo largo

de toda la vida del equipo, entre los que se encuentran el coste directo de mantenimiento” (Tamariz, 2014).

La gerencia de mantenimiento que se encuentra en una empresa debe encargarse de igualar la calidad con los demás servicios que se atienden dentro de la misma, esta consta del dinero gastado en la empresa, las horas laboradas, cantidad del personal, el tiempo que se tarda en hacer tal operación y el valor monetario del equipo mantenido. (Fernandez, 2018)

Los costos que tiene el mantenimiento se entienden como los gastos causados por las operaciones realizadas para la conservación de los equipos o maquinas en buenas condiciones y funcionamientos, o incluso para restáuralos a un estado de funcionalidad (Calvo, 2010).

Calvo en 2010 menciona que dichos costos se dividen en cuatro tipos, los cuales el primero son gastos directos, los cuales se relacionan con el rendimiento, es decir, que mientras más alta sea la conservación de la maquinaria y los equipos los precios serán menores y los cuales considerarán el tiempo de ocupación del equipo y la aplicación que el mismo requiera y éste consta de la mano de obra directa y contratada de la empresa, materiales, repuestos y la utilización de herramientas y equipos (Calvo, 2010).

El segundo tipo son los gastos indirectos, los cuales se definen como gastos que no se pueden cargar directamente a una operación determinada, un ejemplo de ello podría ser la supervisión, el almacén, las instalaciones, incluso el servicio de taller entre otras cosas. (Calvo, 2010).

El siguiente son los gastos financieros los cuales son gastos causados o producidos por los costos que ocasionan los repuestos y amortizaciones de los equipos. Los costos por cambio de alguna pieza debido a daños permanentes o desgastes, son un gasto innecesario que delimita la fluidez de la empresa. La empresa realiza dicho desembolso para poder mantener la empresa productiva pero en realidad con el tiempo se vuelve, como ya se mencionó, en un gasto que no genera ningún tipo de beneficio a la empresa, sino al contrario, genera pérdidas (Calvo, 2010).

Por último los costos de tiempos perdidos son los cuales no están relacionados con mantenimiento, pero que de alguna forma se ocasionan por el mismo. Cuando una

máquina ya no está dentro del servicio, se incide en costos por causa de las horas de trabajo de la máquina, por lo que se ocasionan bajas dentro de la capacidad productiva, en dicho caso es necesaria la información para manipular tiempos perdidos y conocer la falta de materiales, y así evitar costos que ocasionan paros dentro de los proceso de la producción, desperdicios de materia prima, la mala calidad del producto que se elabore, entre otras cosas (Botero, 2004).

sistema de mantenimiento

Según lo expuesto en el libro de “Sistemas de mantenimiento, planeación y control” de Duffa, Raouf y Dixon (2000) un sistema hace referencia al conjunto de componentes que trabajan de manera colectiva para cumplimiento de objetivos. Por otra parte el mantenimiento se puede considerar como un sistema comprendido por un conjunto de actividades que se realizan a la par con los sistemas de producción. Esto quiere decir que los sistemas de producción tienen como resultado u objetivo principal la salida de productos terminados. Durante este proceso existe una salida secundaria que se conoce como falla en el equipo, y es ahí donde el sistema de mantenimiento tiene su participación, ya que “toma esto como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo de en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción” (Duffua, Raouf, & Campbell, 2000).

Confirmando lo anterior en la revista de ciencias técnicas agropecuarias los autores Liudmila Shkiliova y Manuel Fernández explican que un sistema de mantenimiento es un conjunto de personas, procedimientos y acciones dedicadas a la conservación del estado técnico de la maquinaria y/o equipos para que estas pueden cumplir con lo que la demanda de producción le exige. La metodología aplicada en un sistema de mantenimiento difiere mucho de empresa a empresa, ya que, esta se moldea y se modifica a las necesidades de dicha empresa (Shkiliova & Fernandez Sanchez, 2001). “Es más importante prestar atención en mantener lo que la maquinaria hace, más que en lo que la misma es” (Shkiliova & Fernandez Sanchez, 2001).

Dentro del artículo los autores citan y resaltan lo dicho por gurú del mantenimiento Moubray en 2005: “Si un modo de falla tiene consecuencias severas para la seguridad del personal y la producción, entonces es imprescindible tomar todas las medidas para prevenirla, si tiene poco o ningún efecto, hay que valorar si es

necesario o no realizar alguna acción preventiva. Es decir, las características técnicas de las fallas no son tan importantes como las consecuencias de estas”.

En la actualidad varios autores sobre artículos estrategias de mantenimiento coinciden en que, dejando tipos de sistemas principales, que el sistema correctivo, sistema preventivo y el sistema predictivo (Shkiliova & Fernandez Sanchez, 2001). Un sistema de mantenimiento ahora definido por los autores el Ing. Octavio Arias y Jenyffer Yépez en su artículo científico sobre la gestión del mantenimiento, explican que el sistema de mantenimiento es un conjunto de técnicas y subsistemas que “permiten prevenir las averías, efectuar revisiones programadas, lubricaciones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los usuarios y de lado la esfera de producción, el sistema de mantenimiento se puede subdividir en tres operadores de las máquinas y contribuyendo al beneficio de la empresa. En definitiva busca lo que más conviene a las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable” (Arias & Yépez, 2013)

contextualización

La región donde se basará esta investigación es en la capital del estado de Durango, la Ciudad de Victoria de Durango. Se desenvolverá para las microempresas manufactureras, enfocada en la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal, este rubro es de gran importancia ya que elabora un producto que se encuentra dentro de la canasta básica, el cual tiene mayor demanda entre la población Mexicana, y por tanto para efectos de esta investigación se enfocara en el estado de Durango, Dgo. Este tipo de microempresas en el municipio de Durango, genera alrededor de 796 empleos, ya que en él se encuentran 261 unidades económicas dedicadas a esta actividad (INEGI, 2014).

En el año 2014, según los datos de los censos de INEGI, a nivel nacional se encontraban 489,530 industrias manufactureras en las cuales 171,369 eran industrias alimentarias, por lo que 92,219 eran microempresas enfocadas a la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal (INEGI, 2014).

En la tabla 1, se muestra la información referente a la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal, con los datos de las unidades económicas según INEGI del año 2004, 2009, y 2014, tanto de nivel nacional, estatal como municipal, de Durango, Durango, indicando la cantidad de personal ocupado que se presentó

en dichos años, dando de igual manera la información de cuantos hombres y cuantas mujeres representaron dicha cantidad, con el fin de comparar diferencias entre cada año censado.

actividad económica: elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal

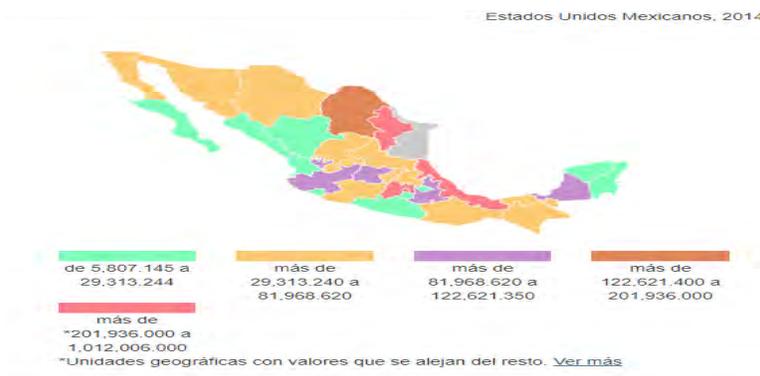
tabla 6

AÑO	Nivel	Unidades económicas	Personal ocupado total	Personal ocupado total, hombres	Personal ocupado total, mujeres
2004	Nacional	63,459	154280	69329	84951
2004	Estatad (Dgo)	600	1630	862	768
2004	Municipal(Dgo)	233	623	316	307
2009	Nacional	78,852	214728	98519	116209
2009	Estatad (Dgo)	633	2165	1195	970
2009	Municipal(Dgo)	254	893	474	419
2014	Nacional	92,219	203196	84820	118376
2014	Estatad (Dgo)	643	1998	1103	895
2014	Municipal(Dgo)	261	796	452	344

fuelle: (INEGI, 2014)

Dado que la presente investigación es referida al mantenimiento hacia las máquinas y equipos de una empresa, se muestra en la ilustración 8, el acervo total de maquinaria y equipo de producción como dato representativo de la existencia de éstos en el sector de empresas manufactureras a nivel nacional, siendo que la elaboración de tortillas y molienda de nixtamal es un derivado de éste.

Ilustración 2 enfocada en el sector de la elaboración de tortillas y molienda de nixtamal



(INEGI, 2014)

PIB

De acuerdo con la información de INEGI, en México la industria de alimentos procesados, en año 2016 alcanzó un valor de producción de 111.4 de miles de millones de dólares, el cual en la industria representó el 23.4% de acuerdo con el Producto Interno Bruto (PIB) manufacturero y el 3.9% del PIB total. En la industria de los alimentos procesados su ahorro en costos de manufactura le ofrece a México el 11.1% en resto a otros países como Estados Unidos y Canadá (Promexico, 2016). La producción por industria en México según INEGI, representó en 2016 un amplio porcentaje del 54% sobre las categorías de panaderías-tortillas y procesamiento de carnes, el cual la participación total de la panadería-tortillas fue del 33% (Promexico, 2016).

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se expone un estudio exhaustivo de la literatura, así como los objetivos con los que se obtiene un acercamiento al correcto equilibrio y uso de este importante factor, el cual es informar sobre sus beneficios y sobre estudios que los respaldan ya que no solo debe ser realizado por el departamento encargado. Los trabajadores deben concientizar el mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinarias, e instalaciones y áreas, lo cual permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes laborales.

Para las empresas el mantenimiento es considerado un gasto en vano, dándole importancia solo cuando se producen errores en los procesos, estos problemas son gastos mayores para la empresa ya que no solo supone la falla de una maquina sino que también el paro de la línea de producción.

El mantenimiento ha sido representado como una inversión que proporcionará ganancias y no sólo para el dueño de la empresa sino también a quien dicha inversión se le irá a ofrecer mejoras, como podría ser el mismo equipo, dando un mayor tiempo de vida útil, y evitar paros en la producción, debido a daños de la misma, incluso obteniendo ventajas en el ahorro que simbolizaran el tener trabajadores sanos y seguros, con menores índices de accidentes, lo cual siempre ha sido algo muy valorado en todas las industrias ya que evita el no pagar indemnizaciones o perder horas máquina por operadores lesionados o cambios de personal, incluso el paro completo de producción, lo cual acarrearía grandes consecuencias por gastos que obviamente se considerarían innecesarios porque podrían evitarse.

Existe un gran porcentaje de accidentes debido a deterioros y desgastes en las máquinas y equipos que existen adentro de las empresas en las áreas de producción, y que claramente pueden ser prevenidos, no solamente es necesario el mantenimiento en los equipos sino también en las instalaciones y áreas de trabajo manteniendo orden, limpieza y adecuadas condiciones de trabajo como la iluminación, lo cual es vital para obtener beneficios en la empresa.

Una buena planificación del mantenimiento respetando un balance entre costo y beneficio, entre cuánto gastar y qué se logra con ello, supone a largo plazo un ahorro económico de la poca necesidad de reposición de equipos con una mayor vida útil de los dispositivos tomando en cuenta el valor de salvamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 60050-191, n. c. (2001). centro de conocimiento. obtenido de q aes:
https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=1d0d14b5-f95e-4f00-901b-7f7c339347e7&groupid=10128
- arias, o., & yépez, j. (2013). sistema de gestión de mantenimiento utilizando software libre para la industria textil sheyla. utn, 12.
- botero, i. c. (2004). research gate . obtenido de manual del mantenimiento:
https://www.researchgate.net/publication/321350084_manual_de_mantenimiento_parte_iii_costos_en_el_departamento_de_mantenimiento
- calvo, i. i. (2010). escuela politécnica de ingeniería de minas y energía. obtenido de introducción a la ingeniería de la fiabilidad .
- dickson, j. (2012). importancia de un mantenimiento preventivo a nivel operacional. calpe institute of technology.
- duffua, s. o., raouf, a., & campbell, j. d. (2000). sistemas de mantenimiento, planeación y control. ciudad de méxico: limusa, s.a de c.v.
- fernandez, p. a. (13 de enero de 2018). articulos tecnicos. obtenido de mantenibilidad y mantenimiento:
<http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=2877&lang=es>
- grajales, d. h. (30 de mayo de 2006). scientia et technica año xii.
- inegi. (2014). censos economicos. obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx>
- león, j. f. (02 de 2011). bibliotec.isac.edu. obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0660_m.pdf
- martin, l. c. (2013). coste del mantenimiento en sectores privados. institute of technology.
- martínez, e. m. (2014). una nueva visión en la gestión del mantenimiento . cuba.
- navarro, j. d. (2004). tecnicas de manteneimto industrial . calpe institute of technology.
- olarte, w., botero, m., & cañon, b. (25 de 2010). importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. universidad tecnológica de pereira.
- olivera, v. (2009). gestion del mantenimiento preventivo de instrumentos de analisis clinicos.
- promexico. (2016). industria dealimentosprocesados en méxico. ciudad de mexico.
- propymes. (2014). programa: gestion del mantenimiento. propymes, 30.
- propymes. (2014). programa: gestion del mantenimiento. propymes, 30.
- sanmartin, q. j., & quezada, t. m. (2014). propuesta para un sistema de gestion para el mantenimiento de la empresa ceramica andina s.a. cuenca.

- senati. (06 de 2007). virtual.senati.edu.pe. obtenido de http://virtual.senati.edu.pe/pub/pgm/unidad02/contenidos_unidad_n_2_plataforma.pdf
- shkiliova, I., & fernandez sanchez, m. (2001). sistemas de mantenimiento técnico reparaciones y su aplicación en la agricultura. revista ciencias técnicas agropecuarias, 72-77.
- sima. (2014). artículos y productos de bajo coste para mantenimiento. obtenido de mantenimiento planificado: www.mantenimientoplanificado.com
- sima. (2014). artículos y productos de bajo coste para mantenimiento. obtenido de mantenimiento planificado: www.mantenimientoplanificado.com
- tamariz, v. m. (2014). "diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de mirasol.s.a. cuenca, ecuador.

BIOFERTILIZANTE A BASE DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

RAÚL ALEJANDRO CUEVAS JACQUEZ¹, PASTOR EMMANUEL GARCÍA CHAIREZ²,
ABRAHAM VÁZQUEZ FERNÁNDEZ³, JESÚS MANUEL BLANCO BERUMEN⁴

RESUMEN

EL lixiviado es una alternativa orgánica, natural y amigable con el medio ambiente, para resolver problemas de degradación de tierras de cultivo y al medio ambiente principalmente por el uso excesivo de fertilizantes y sustancias químicas que tanto han perjudicado. La biofertilización se practica desde hace siglos, en México los agricultores desconocen sobre el tema. La alternativa aquí presentada un biofertilizante, usando como base lixiviado liquido de Lombriz Roja Californiana, se agregan azucares y recibe un tratamiento de oxigenación por tres días, desarrollando en este una gran cantidad de microorganismos benéficos, formándose así el biofertilizante. Las pruebas preliminares realizadas con distintos tratamientos de biofertilizante a diferentes diluciones en plantas de Brócoli y acelgas muestran un crecimiento mayor y más rápido, un mayor número de hojas, mayor grosor del tallo y mayor tamaño de las hojas de la planta a comparación del tratamiento testigo que es el regado con agua pura. Las disoluciones recomendadas por otras investigaciones son de entre 9-12 partes de biofertilizante por partes de agua, mismas que otorgaron mejores resultados en el presente trabajo. Los resultados obtenidos comprueban que se obtuvo un biofertilizante excelente, el cual en la práctica genera un gran impacto en la agricultura.

Palabras clave: Biofertilizante, Lixiviado, Microorganismos, Suelos, hongos.

1 Tecnológico Nacional de México. / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. acj_78@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México. / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. jpem_mac@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México. / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. avf01mx@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México. / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. jesusblancob@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El término biofertilizante hace referencia a sustancias que contienen microorganismos vivos involucrados en varias actividades del suelo, los cuales al ser aplicados a semillas, plantas o suelos, colonizan la rizosfera o el interior de las plantas y dan lugar a un mejor rendimiento de los cultivos, por ello en los últimos años se ha investigado ampliamente la efectividad de estas sustancias, sobre todo para ser utilizadas en cultivos de interés comercial o para solucionar los estragos causados por los fertilizantes químicos (CORREA, MENESES, & OSORIO, 2017).

El uso de biofertilizantes es más que una moda o una exigencia gubernamental, los seres humanos necesitan del cuidado del medio ambiente para poder subsistir ante un mundo globalizado, donde las superproducciones, basadas en químicos, no garantizan la sustancia y existencia, en última instancia, de la especie humana. Por ello la introducción de los biofertilizantes resulta de suma importancia en los momentos actuales de la agricultura en que se dan pasos para cambiar la llamada agricultura moderna, por la agricultura biológica o agroecológica. En Cuba y otros países del mundo, debido a los excelentes resultados que se observan en la nutrición de los cultivos agrícolas y su influencia en la actividad fisiológica de las plantas se empiezan a emplear cada vez más los biofertilizantes (BURGO, LÓPEZ, IZQUIERDO, JUCA, & GARCIA, 2017).

La práctica de la agricultura moderna y actual que hacen uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y a base de fósforo son ineficientes e insostenibles, dada la contaminación que generan, su elevado costo y bajo rendimiento, han significado en un gran deterioro de la capacidad productiva de los suelos agrícolas, la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, además de la atmósfera y mares. Por esta razón, se está imponiendo en la agricultura mundial el uso de nuevas tecnologías como los biofertilizantes, que se ha comprobado son una alternativa altamente viable para lograr un desarrollo sustentable (ORTEGA, MENDOZA, & MORA, 2018).

JUSTIFICACIÓN

La importancia de este protocolo fue indagar sobre los efectos en el suelo por el uso de biofertilizantes orgánicos y de testigos con el uso de fertilizantes químicos, con el fin de fomentar una disminución en el uso de agroquímicos en los suelos cultivables.

La intención del empleo de biofertilizantes es además de otorgar a la planta los requerimientos necesarios para su buen desarrollo, el mejorar la bioestructura de los suelos junto con sus microorganismos. (ALFARO, 2015).

Según Investigaciones recientes la bioestructura, se conserva al suministrar al suelo abonos orgánicos, abonos verdes y materia orgánica, principalmente la de lenta degradación como la rica en celulosa y lignina como lo es el lixiviado y se potenciarán los buenos efectos al convertir los lixiviados en biofertilizantes, ya que, otorga al suelo los microorganismos defensores de patógenos y los cuales ayudan a otorgar a la planta de manera más eficiente y directa los nutrientes necesarios, destacando que por el contrario de los fertilizantes químicos, los biofertilizantes si son aprovechados al 100% por el suelo y la planta, evitando perdidas económicas y afectaciones al medio ambiente (ALFARO, 2015).

Se han realizado pocos, pero muy confiables proyectos de implementar biofertilizante con el plus de ser a base de lixiviado, donde se concluye que el uso de biofertilizantes a base de lixiviado ayudan tanto al crecimiento y estructura de la planta como a una barrera antipatogenos gracias a los microorganismos otorgados al suelo.

Dentro de la problemática ya mencionada en la agricultura actual, hay un punto crítico o de peligro que es la escases de Nitrogeno en la tierra, según (BOTÍA, 2012), los biofertilizantes a base de lombricompostura contienen microorganismos diazotróficos los cuales contribuyen a la aportación de nitrogeno al suelo a demas de la mineralizacion del mismo.

Lo anterior mencionado y con base a las investigaciones y proyectos relacionados a la implementacion de biofertilizantes a base de lombricomposteo, se llegó a la conclusión fundamentada de que el uso de estos biofertilizantes es la mejor alternativa para recuperar la fertilidad y productividad de los suelos cultivables de

México, además de reducir costos y pérdidas para los agricultores, sin olvidar lo más importante, revertir los daños hechos al suelo y mejorarlos a un corto y largo plazo. (BOTÍA, 2012).

Los casos exitosos en el empleo de biofertilizantes en latinoamérica están documentados, y se llevaron a cabo en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, donde los biofertilizantes constituyen la base principal de su producción de leguminosas.

Con seguridad el problema más complejo y de mayor incidencia en el ser humano y que debe afrontar a corto plazo la humanidad, es el restablecimiento del equilibrio ecológico y su posterior mantenimiento. Todo esto dentro de un marco de progreso basado en un auténtico desarrollo sustentable que no comprometa al futuro. (CABRERA, DIAZ, PEÑA, & VERA, 2012)

Hoy en día, los productos orgánicos son una opción más para mantener en buen estado el pasto y la planta. Por ser un producto natural tiene muchas ventajas, ya que es más eficiente y menos contaminante al campo y la floricultura. El nombre de humus de lombriz líquido es incorrecto, porque el humus en sí se refiere a una materia orgánica, de consistencia sólida, elaborada a partir de los residuos o deyecciones de micro o macroorganismos, siendo la parte fundamental del suelo. (DÍAZ, 2002)

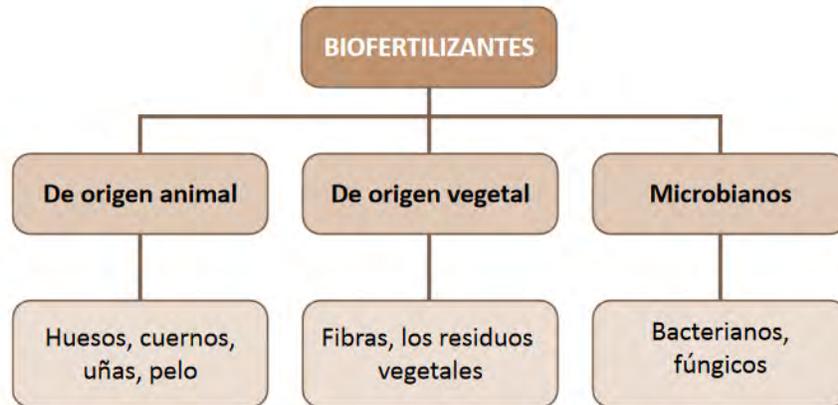
Los Biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos. (FERRUZI, 1994)

Existen distintos tipos de biofertilizantes, como los abonos y el compost, así como aquellos que incluyen inoculantes microbianos y otros derivados de subproductos agrícolas y animales. (IGLESIAS, 2005)

Existe otro tipo de biofertilizantes cuya particularidad radica en contener formulaciones de agentes microbianos (bacterias, hongos, actinomicetos y algas). Estos inoculantes poseen una relación funcional y constituyen un sistema holístico con la planta; su uso, ya sea solos o en compañía de sustratos orgánicos, se remonta a más de setenta años. Cabe agregar que dichos bioinoculantes cumplen

funciones como de promotores de crecimiento, nutrición y defensa ante plagas y enfermedades (LOPEZ, 2013).

Ilustración 3 Origen de los biofertilizantes



Microorganismos utilizados como biofertilizantes

Los microorganismos que intervienen en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (FBNA) que es la reducción enzimática de nitrógeno (N_2) a amonio (NH_4), podemos clasificarlos en dos grupos a) microorganismos (bacterias hongos y algas) que fijan nitrógeno en forma no simbiótica o de vida libre y b) microorganismos que fijan el nitrógeno en forma simbiótica con plantas leguminosas y no leguminosas (azolla, gramíneas y otras), las mayores cantidades de nitrógeno atmosférico fijado, es llevado a cabo por leguminosas en asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*. En las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre se encuentran los géneros más estudiados que son *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y *Klebsiella*, los cultivos en donde ha sido más estudiado este proceso de fijación de nitrógeno son: caña de azúcar, arroz, sorgo, trigo y pastos tropicales forrajeros, donde la fijación de N_2 por bacterias asociativas y de vida libre es importante. (SILVA & CORREA, 2009)

OBJETIVOS

objetivo general

Crear e innovar un biofertilizante a base de lombriz roja californiana, para mejorar los suelos y la planta con adición de microorganismos.

objetivos específicos

Encontrar la mejor alternativa para el uso y aplicación de el lixiviado para la elaboración del biofertilizante.

Experimentar y concluir cual es el método de alimentación más efectivo para los microorganismos.

Desarrollar un prototipo en el cual se puedan desarrollar las técnicas de multiplicación y agregación de nutrientes.

Conocer la efectividad del biofertilizante, ya aplicada en campo como experimento.

MARCO TEÓRICO

El 98% de los alimentos proviene del área agrícola y un 2% de la acuática. En los últimos años, la tasa de crecimiento de la producción agrícola ha disminuido; existen tres fuentes principales de crecimiento en la producción de cultivos: aumento de la tierra cultivada, incremento de la frecuencia de las cosechas y aumento de los rendimientos. Hay indicios de que podríamos estar llegando al límite de las posibilidades para las tres fuentes. (ALFARO, 2015).

La posible solución a la problemática de infertilidad o daño a la tierra cultivable es realizar lo contrario a lo que se hace actualmente que es matar a los microorganismo del suelo beneficios para los cultivos por medio de el uso excesivo de fertilizantes químicos, lo que se debería hacer por medio de biofertilizantes es añadir microorganismos con el fin de proteger y ayudar tanto al suelo como a la planta o cultivo. (ALFARO, 2015).

Los Biofertilizantes

La interpretación del término biofertilizante es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos,

por lo cual se deben depositar nuevamente a la tierra a través de los biofertilizantes (VESSEY, 2003).

Aunque no se conocía la existencia de las bacterias, hasta que en 1683 von Leewenhoek las describió, su utilización para estimular el crecimiento de las plantas se remonta siglos atrás.

Todo apuntaba a que el futuro de los biofertilizantes era promisorio en el desarrollo de la agricultura del siglo XX. Sin embargo, la asombrosa industrialización y urbanización que surgió después de 1945, demandó una gran cantidad de materias primas y alimentos. Es aquí donde la demanda de los fertilizantes químicos, que son capaces de generar una rápida respuesta productiva, tuvieron su extensa utilización sin predecir que la utilización de estos serían uno de los problemas más grandes de contaminación y daño a la tierra cultivable (CABRERA, DIAZ, PEÑA, & VERA, 2012).

Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*)

Mucho se ha escrito sobre las lombrices, datos tan interesantes como que la gran fertilidad del valle del Nilo, se debe, fundamentalmente, a la actividad de las lombrices, que ha permitido cultivar esas tierras durante miles de años sin que disminuya su fertilidad, en efecto, se atribuye en gran parte a la laboriosa tarea de las lombrices. A esta especie se le conoce como Lombriz roja californiana ya que fueron seleccionadas en California en la década de los 50. (DÍAZ, 2002).

Ilustración 4 Lombriz roja californiana.



La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), del orden anélido, clase oligoqueta y familia lombrícidae, aporta al mejoramiento del suelo manteniendo la fertilidad debido a que incrementa la disponibilidad de nitrógeno fósforo y azufre e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que pueden afectar al cultivo. La crianza de esta lombriz se debe básicamente a la obtención como subproducto del lombrihumus que es materia orgánica digerida y excretada que sirve como un biofertilizante al momento de estar en contacto con la planta. (TEJADA, 2014).

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es por naturaleza un agente útil para descomponer los desechos orgánicos de los corrales o cualquier fuente de desechos orgánicos para producción de lombrihumus, ya que permite la transformación de estos residuos en abono que puede ser aplicado al suelo. La lombriz roja californiana es hermafrodita incompleta, por lo que no está en condiciones de autofecundarse; consecuentemente, como resultado de dos lombrices se producirá una ooteca o cápsula de cada una, la cual eclosionará luego de 17 a 21 días de colocada, dando lugar de dos a 20 lombrices juveniles. (FERRUZI, 1994).

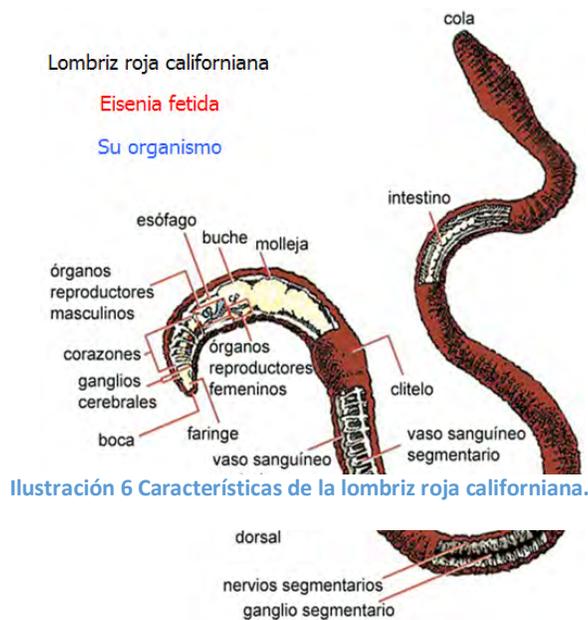
Los beneficios que el lombrihumus aporta la reestructuración del suelo son varios entre los cuales podemos citar su capacidad reguladora que le permite mantener un pH neutro debido a la secreción de carbonato del calcio por medio de las glándulas de Moren, aportando una gran cantidad de nutrientes, los cuales se encuentran disponibles para la planta; aumenta la retención de agua en el suelo; al igual que incrementa los niveles de macro, micro nutrientes y materia orgánica. (FERRUZI, 1994).

Ilustración 5 Lombricompostera de lombriz roja californiana.



Esta lombriz no posee ojos, pero sí unas células especiales distribuidas a lo largo de su cuerpo que son muy sensibles a la luz. Esto le permite retirarse con rapidez cuando se expone a la luz solar, ya que los rayos ultravioleta la matan en pocos minutos. Le perjudica tanto la falta como el exceso de humedad. En el agua se asfixia y, por ello, huye cuando sus galerías se inundan por la lluvia, mientras que cuando falta la humedad queda inactiva y se muere en poco tiempo. (YAGUE, 2010).

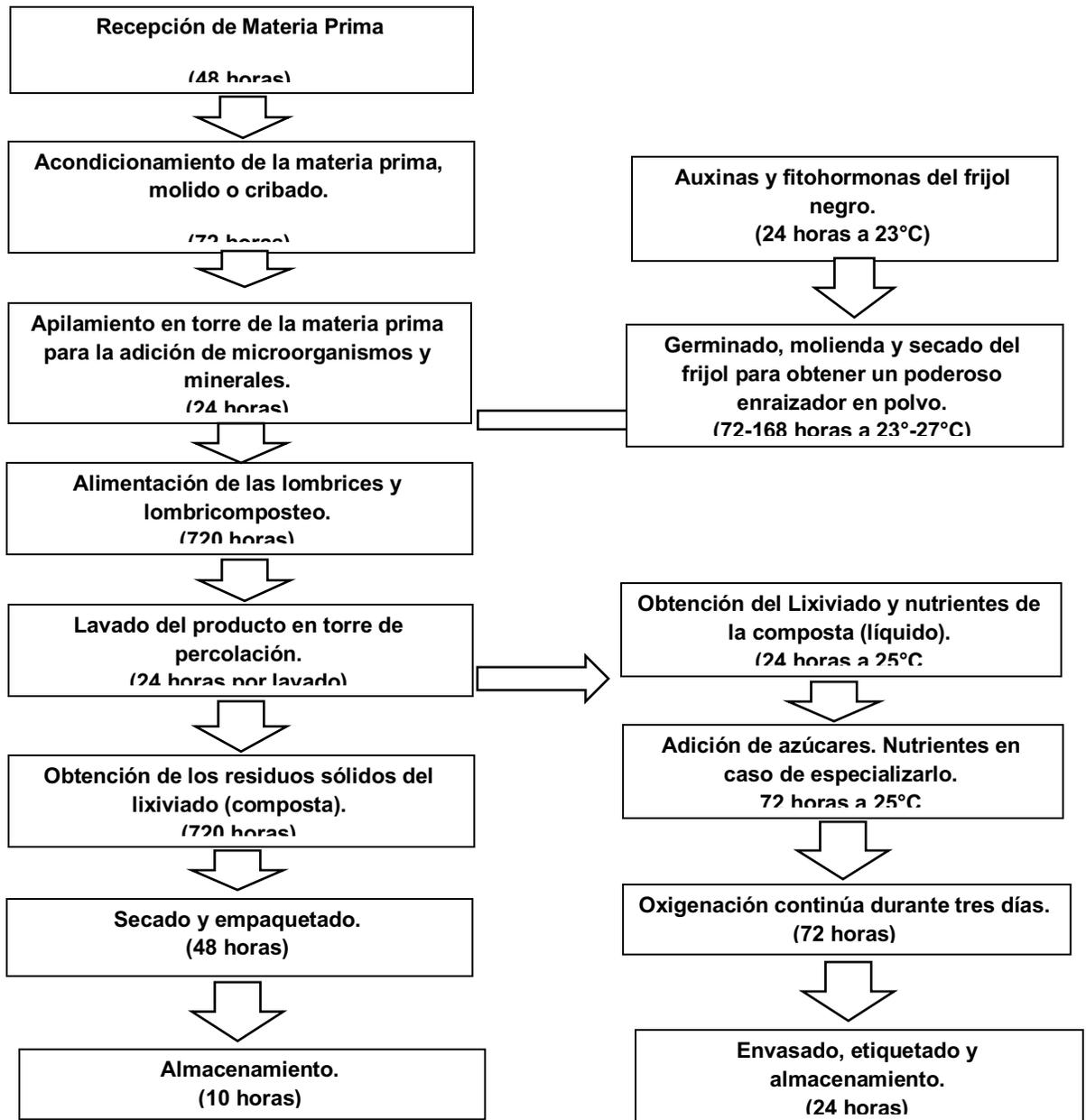
La lombriz escava galerías en la tierra y mientras realiza esta operación devora grandes cantidades de tierra, hojas descompuestas y, en general, cualquier residuo orgánico, que son transformados en su intestino y expulsados por el ano en forma de «humus de lombriz». No se come las raíces de las plantas mientras aquéllas permanecen vivas, por lo que no perjudica a los cultivos. Tanto la acción mecánica de excavación, que airea la tierra y facilita la penetración del agua de lluvia, como la acción química del humus que expulsa contribuyen a enriquecer la fertilidad del suelo. (YAGUE, 2010).



La lombriz roja, cuando es adulta, mide de 5 a 6 centímetros, su diámetro oscila entre 3 y 5 milímetros, es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo. Cuando las condiciones del medio son favorables, esta lombriz ingiere diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso, del cual expele un 60 por 100

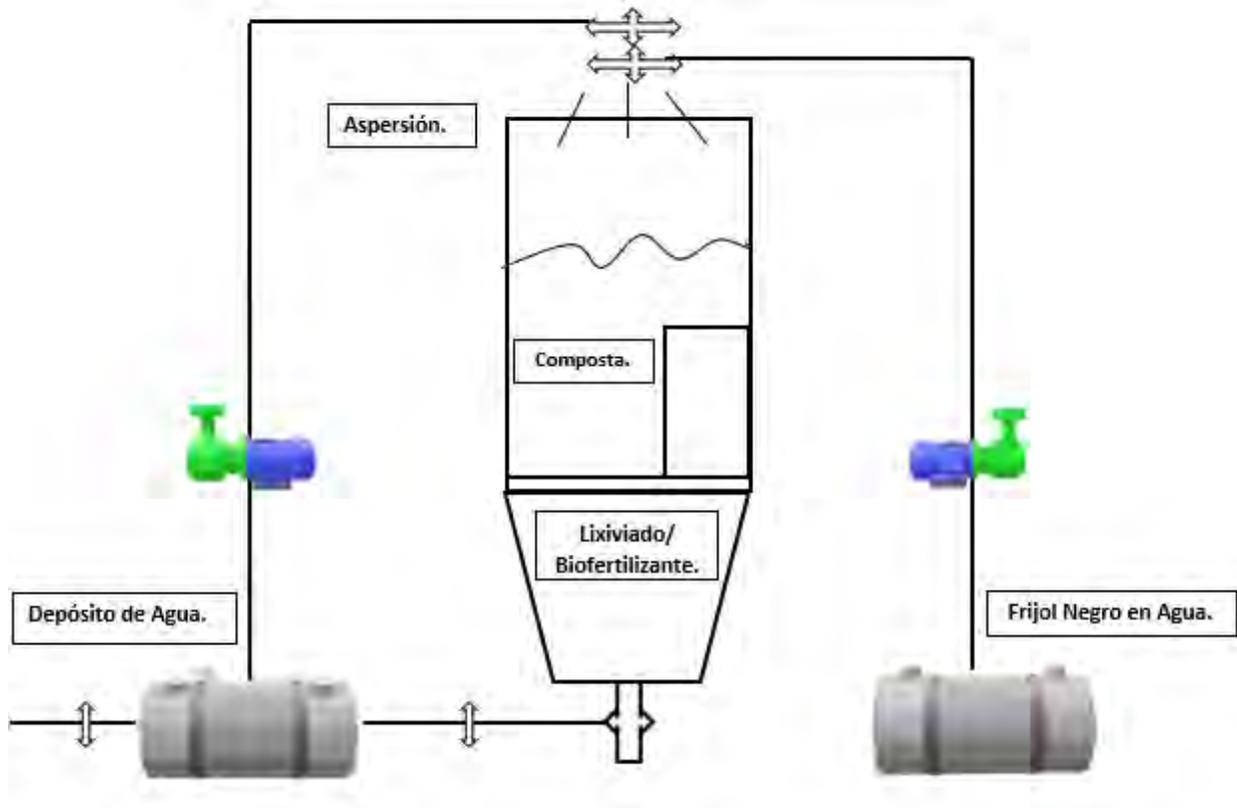
en forma de humus. La lombriz roja puede vivir hasta 16 años. Cuando la temperatura y la humedad de] medio donde vive son adecuadas, se aparea cada 7 días. Las cápsulas se abren pasados entre 14 y 21 días de incubación, según sea la temperatura del medio, y de cada una de ellas sale un número de crías que oscila entre 2 y 20. (YAGUE, 2010).

DIAGRAMA DE FLUJO: ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE Y SUBPRODUCTOS.



BOSQUEJO DEL PROTOTIPO DEL PROYECTO

Ilustración 12 diagrama de torre de percolación.

**Diseño Estadístico**

Se realizó un diseño experimental, en donde se llevaron a cabo 5 tratamientos diferentes para 4 pruebas. Los tratamientos varían en cuanto a la disolución del biofertilizante por partes de agua, teniendo un tratamiento 0 que es el testigo.

Ilustración 13 Tabla de tratamientos

Tratamientos	Partes Bio/agua
Tratamiento 0	0 x 0
Tratamiento 1	1 x 3
Tratamiento 2	1 x 6
Tratamiento 3	1 x 9
Tratamiento 4	1 x 12

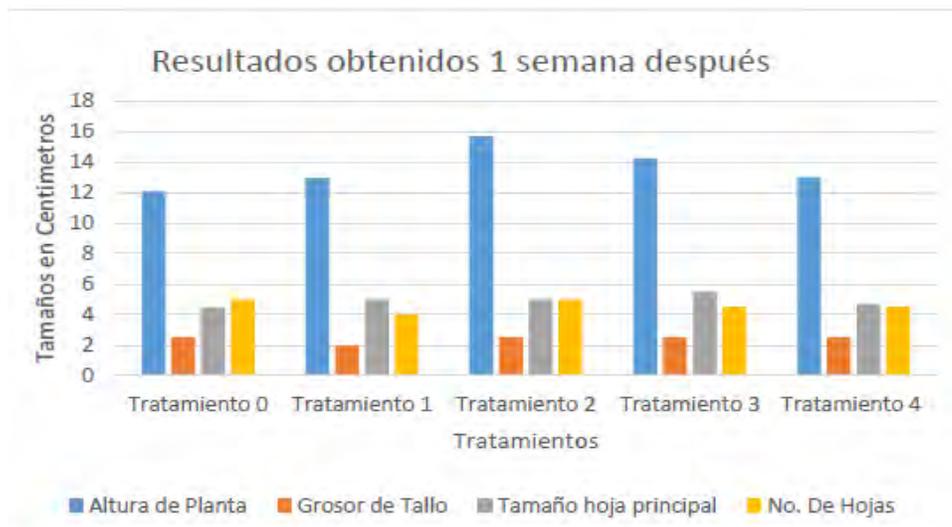
Las pruebas fueron 4, se consideraron la altura de la planta, el grosor del tallo principal a ras de suelo, el tamaño de la hoja más grande y el número de hojas de la planta.

Ilustración 14 Datos a la 1ra semana de tratamiento.

Tratamiento	Altura de Planta	Grosor de Tallo	Tamaño hoja principal	No. De Hojas
Tratamiento 0	12.1	2.5	4.45	5
Tratamiento 1	12.95	2	5	4
Tratamiento 2	15.7	2.5	5	5
Tratamiento 3	14.25	2.5	5.5	4.5
Tratamiento 4	13	2.5	4.7	4.5

Se graficaron los resultados obtenidos en 2 tiempos, la primera a una semana de ser trasplantada la planta y de empezar con los tratamientos (teniendo en cuenta de que las dimensiones de todas las plantas eran las mismas que la del tratamiento 0).

Ilustración 15 grafica de resultados de la 1ra semana



En la gráfica 1 se muestran las mediciones de las distintas pruebas en la planta con cada tratamiento después de una semana del trasplante y de iniciar el riego con biofertilizante, se puede observar como el tratamiento 0 que es el testigo se queda por debajo en todas sus pruebas en comparación con los demás tratamientos, mientras tanto, el tratamiento 2 sobresale considerablemente en la prueba de altura de planta y en el grosor del tallo, mientras que el tamaño de la hoja más grande se

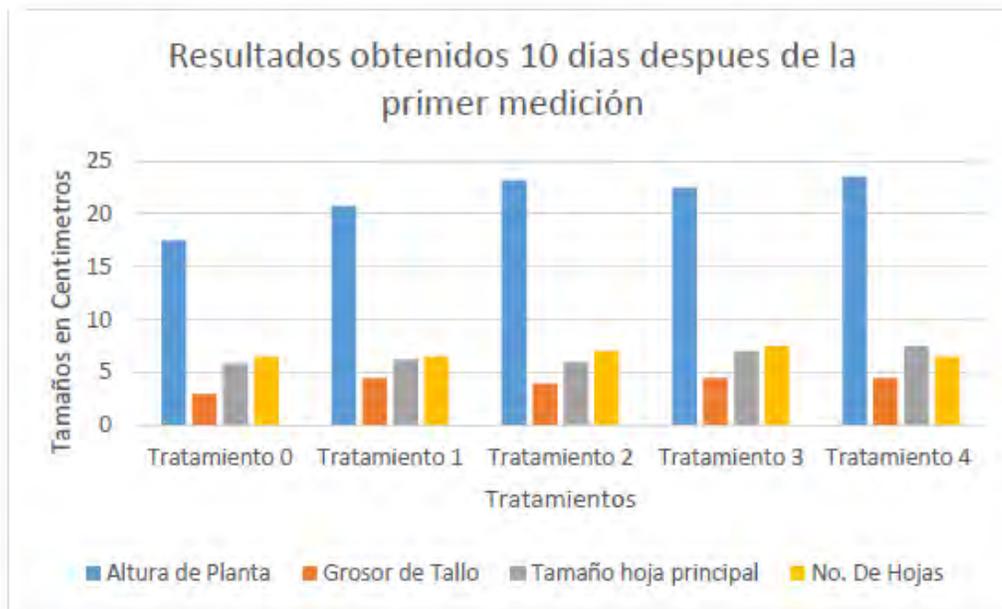
nota más grande en el tratamiento 3, lo cual indica que los tratamientos más diluidos son los que más respuestas positivas otorga.

La segunda medición se llevó a cabo 10 días después de la primera medición, obteniendo resultados siguientes.

Ilustración 16 datos obtenidos 10 días de tratamiento.

Tratamiento	Altura de Planta	Grosor de Tallo	Tamaño hoja principal	No. De Hojas
Tratamiento 0	17.5	3	5.85	6.5
Tratamiento 1	20.75	4.5	6.25	6.5
Tratamiento 2	23.15	4	6	7
Tratamiento 3	22.5	4.5	7	7.5
Tratamiento 4	23.5	4.5	7.5	6.5

Ilustración 17 Grafica de 10 días de tratamiento.



En la gráfica 2 se muestran los resultados de las mediciones 10 días después de la primera medición, en esta se observa como el tratamiento 4 sobrepasa al tratamiento 2 y a los demás tratamientos en altura de planta, grosor de tallo, tamaño de hoja y solo queda debajo del tratamiento 3 en cuanto al número de hojas, esto indica que el tratamiento con mejores resultados hasta el momento es el tratamiento 4 que es la dilución de biofertilizante en 1 parte por 12 de agua, el tratamiento testigo se queda muy por debajo de los tratamientos que contienen biofertilizante.

Ilustración 7 Medias y promedios de las plantas.

Tratamiento	Altura de Planta	Grosor de Tallo	Tamaño hoja principal	No. De Hojas
Tratamiento 0	17.5	3	5.85	6.5
Tratamiento 1	20.75	4.5	6.25	6.5
Tratamiento 2	23.15	4	6	7
Tratamiento 3	22.5	4.5	7	7.5
Tratamiento 4	23.5	4.5	7.5	6.5

Por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 nula y se rechaza la alterna H_1 , por lo tanto según los datos trabajados si existe una diferencia entre los tratamientos y los resultados de las plantas trabajadas.

RESULTADOS

Una de las mejores alternativas para el desarrollo de los microorganismos presentes en el lixiviado de lombriz es añadiendo una fuente de azúcares para su pleno crecimiento.

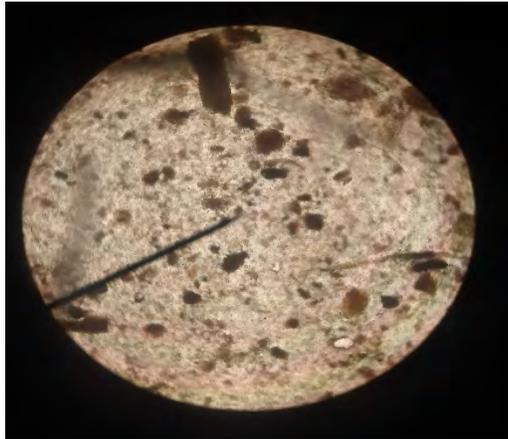
Para ello se planteó que la mayoría de los azúcares presentes en la literatura eran productos industriales, los cuales ya presentaban un tratamiento industrial, lo cual reducía lo buscado con el fin de la multiplicación de los microorganismos, para esto una de las alternativas a utilizar fue el dulce piloncillo, el cual tiene una mínima industrialización y los azúcares presentes no son modificados de manera significativa y los microorganismos lo aprovecharon de manera plena y mayoritariamente.

Por ello fue el carbohidrato utilizado para el desarrollo del biofertilizante.

Para el desarrollo del prototipo se siguió como auxiliar la literatura, para obtener un producto oxigenado se elaboró un prototipo con materiales comunes y presentes en la comunidad los cuales no fueron difíciles de conseguir y fácil de elaborar.

Se obtuvo un prototipo de manera adecuada y funcional para la oxigenación, maduración y creación del biofertilizante.

Ilustración 19 Biofertilizante al microscopio



Para conocer la efectividad de nuestro producto se puso a prueba el 20 de noviembre del 2018 en el cual se tomaron medidas y se obtuvieron promedios, al 1 de diciembre del mismo año se tomó una segunda medida de las plantas.

Los datos arrojados se tabularon, se sacaron diferencias y se creó un ANOVA y se desarrolló, pero este nos demostró datos muy pequeños para poder aceptar o rechazar las hipótesis del ANOVA.

Para ello se esperará la maduración adecuada de las plantas y obtener un pesaje, el cual se demostrará si nuestro producto crea una diferencia o no sobre las plantas.

Ilustración 20 Plantas de brócoli con tratamiento.



CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

Como conclusiones, al realizar las pruebas preliminares del crecimiento y desarrollo de la planta, teniendo en cuenta la altura de la planta, el grosor del tallo principal, el tamaño de la hoja principal y el número de hojas, se obtuvieron resultados benéficos muy satisfactorios y muy notorios en comparación de las plantas con el tratamiento testigo (tratamiento 0). En los primeros 7 días del experimento se puede notar fácilmente que todos los tratamientos crecieron notoriamente en todas las pruebas dejando abajo al tratamiento 0, en estos primeros días el tratamiento 2 fue el que más resultados positivos mostro en cuanto a la altura de la planta, después de 10 días de la primera medición se puede notar que el grosor del tallo del tratamiento 0 creció muy poco, al contrario de los demás tratamiento, los cuales si mostraron mejoras en el grosor del tallo, también se observa que el tratamiento 4 va a la alza en cuanto a altura de la planta, grosor del tallo y tamaño de la hoja más grande, superando al tratamiento 2, en cuanto al número de hojas el tratamiento 3 es el que presenta mejores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- UNIVERSIDAD AUTONOMA INDIGENA DE MÉXICO. (2010). Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. El Fuerte Sinaloa : Ra Ximhai.
- ALARCON, A., & FERRARA, R. (2000). Biofertilizantes: importancia y utilización en la agricultura. CD. MÉXICO : 26:191-203. .
- ALFARO, J. (2015). EL SUELO Y LOS ABONOS ORGÁNICOS. Costa Rica.: INTA COSTA RICA .
- BIZZOZERO, F. (14 de Noviembre de 2006). Biofertilizantes, Nutriendo Cultivos Sanos . Obtenido de Tecnologías Apropriadas : 822_Biofertilizantes-_Cultivos_Sanos.pdf
- BOTÍA, M. R. (2012). Formulación de un prototipo de biofertilizante con base en Rhizobium sp. . Bogotá, Colombia : Universidad Nacional de Colombia, Maestría Ciencias Farmacéuticas .
- BURGO, B. O., LÓPEZ, R. F., IZQUIERDO, R. V., JUCA, M. F., & GARCIA, M. S. (18 de Noviembre de 2017). Revista ESPACIOS . Obtenido de Estudio Experimental en el uso del fertilizante orgánico y el químico : Vol. 39 (No 09) Año 2018. Pág. 9
- CABRERA, DIAZ, PEÑA, & VERA. (6 de Diciembre de 2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263123222015>
- CABRERA, O. A., NÚÑEZ, J. A., FIGUEROA, S. S., MEDINA, J. F., & CABRIALES, J. J. (31 de Marzo de 2018). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volúmen 9 número 2 . Obtenido de Efecto de los biofertilizantes sobre la asimilación de nitrógeno por el cultivo de trigo. : 2007-0934-remexca-9-02-281.pdf
- CORREA, S. P., MENESES, E. C., & OSORIO, L. A. (19 de Enero de 2017). Gestión y sostenibilidad ambiental . Obtenido de Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: una revisión sistemática. : http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635
- DAVID, M. R. (2013). Establecimiento de una planta de biofertilizantes en el ejido Ignacio Ramírez, Durango. Obtenido de Establecimiento de una planta de biofertilizantes en el ejido Ignacio Ramírez, Durango.
- DÍAZ, E. (2002). LOMBRICULTURA, una alternativa de producción . La Rioja, Nicaragua : ADEX, Agencia del Desarrollo Económico y Comercio Exterior .
- FERRUZI, C. (1994). Manual de lombricultura. Madrid, España. 138 p. : Ediciones MUNDI-PRENSA. .
- GÓMEZ, R. S., ANGELES, M. d., MÉNDEZ, J. A., CASTILLO, M. G., & BARRAGÁN, R. (2013). Uso de lixiviados de humus de lombriz para la producción de forraje verde. México, Distrito Federal: INIFAP, SAGARPA.

- IGLESIAS, M. (17 de Mayo de 2005). Produccion de biofertilizantes liquidos a base de lombricompuesto. Obtenido de Universidad nacional del nordeste, Facultad de ciencias agricolas: Biofertilizante a base de lombricomposteo.pdf
- LOPEZ, C. &. (2013). Degradación del suelo por contaminación y la repercusión en la salud humana . Madrid, España : Real Academia Nacional de Farmacia .
- ORTEGA, Y. G., MENDOZA, L. C., & MORA, J. R. (04 de Enero de 2018). Universidad Agraria del Ecuador. EL MISIONERO DEL AGRO . Obtenido de Eliminación de bacterias perjudiciales de un fertilizante orgánico (BIOL) mediante un tratamiento de Foto-degradación : Laboratorio de suelos
- SANDOVAL, A., RIVERO, J., & TREJO, R. (13 de Junio de 2014). SISTEMA DE PRODUCCION DE BIOCOMPOSTA Y FERTILIZANTES ORGANICOS LÍQUIDOS A BASE DE LOMBRIZ TIGRE . Obtenido de Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo : Chapingo.uruza.edu.mx. Bermejillo Durango
- SANTACRUZ, G. A. (2016). Introducción al uso y manejo de los Biofertilizantes en LA AGRICULTURA . Celaya, Guanajuato México : CIRCE-INIFAP .
- SILVA, & CORREA. (03 de Marzo de 2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE REGULACIÓN ECONÓMICA. Obtenido de Universidad de Medellín: http://www.uninorte.edu.co/extensiones/IDS/Ponencias/salud_y_ambiente/Contaminacion%20quimica.pdf
- TEJADA, C. J. (2014). Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo. Zamorano, Honduras : Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria .
- URBINA, J. C. (07 de Noviembre de 1993). La Generación por Iniciativa Privada de Proyectos Públicos: La nueva colaboración público-privada y el interés público . Obtenido de Revista Argentina del régimen de la Adminisrración Pública: 16983-67445-1-PB.pdf
- VESSEY, J. (2003). . Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. California. USA : Plant Soil. 255:571-586.
- YAGUE, J. L. (2010). LA CRIANZA DE LA LOMBRIZ ROJA. Madrid, España: MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION.

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA REGIÓN DE LOS LLANOS

FRANCISCO JAVIER GUERRERO HARO¹, JESÚS GERARDO HERNÁNDEZ NÚÑEZ²,
BRENDA MAGALI CASTILLO ESCAÑUELA³, RAÚL ALEJANDRO CUERVAS JAQUEZ⁴,
MIRIAM GUADALUPE FLORES ANDRADE⁵

RESUMEN

Es de suma importancia analizar la situación actual de las unidades de producción de la Región de los Llanos, así como los cambios que ha sufrido, no solamente el campo, sino también los productores, quienes se han enfrentado a lo largo de la historia a situaciones verdaderamente deplorables, como lo son la falta de viabilidad de apoyos gubernamentales, los cuales no se enfocan directamente al pequeño y mediano productor agrícola, quienes son los que deberían ser beneficiados de manera directa; además del mal manejo de las tierras laborables, con la utilización de insumos químicos que a la larga, degradan y esterilizan el suelo laborable, recurriendo así a y técnicas más complejas para “obtener una mayor producción”.

Palabras Claves: unidad de producción, apoyos gubernamentales, pequeño productor.

ABSTRACT

It is extremely important to analyze the current situation of the production units in the flats region. To look at the negative impact it has suffered, not only the fields, but also what producers have had to endure throughout history with dealing with truly deplorable situations like the lack of viability governmental support that does not focus on helping the medium and small farming producers who should be receiving support directly. Because of the current situation, lands are being miss managed.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. fcojgroharo@hotmail.com, zurdo_jghn@live.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos.

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. b.magali@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. acj_78@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos. mf68710092@gmail.com

Farmers are turning to chemicals that in the long run corrode and sterilize the farming lands and utilizing complex techniques just to obtain more production.

Key words: *production units, governmental support gubernana, small farming producers.*

INTRODUCCIÓN

Según datos del INEGI, para mediados del siglo XX, el porcentaje de personas en México que habitaba en las comunidades rurales representaba un poco más del 57% del total de la población del país, para 1990 era del 29%, esta cifra disminuyó en el 2010, hasta ubicar en el 22%; por lo que las localidades con menos de 2,500 personas están catalogadas como zona rural; en dichas comunidades sus actividades son del sector primario, de los cuales destacan los dos principales cultivos cíclicos del país, frijol y maíz.

Actualmente, en la zona rural, el desarrollo del país está desfasado en comparación a de la urbana, mientras en la primera se enfoca a labores propias de su región, y las personas desde temprana edad entran a las labores del campo inclusive hasta las mujeres, en la segunda, debido a la constante migración del campo a las ciudades, el número de habitantes de localidades urbanas ha ido en aumento; para 1950 era cerca del 43% mientras que para el 2010 ya se encontraba en el 79%, en esta área se enfoca a trabajos industriales donde los las parejas de matrimonios deben de laborar ambos para poder salir adelante con el alto costo de vida en esos lugares. Se observan cambios en las actividades económicas, una de ellas es la dependencia de actividades de mayor valor agregado, permitiendo a pobladores de la zona rural incorporarse al mercado laboral con mejores remuneraciones, o a ser complementados con programas productivos que pueden ser una opción para el aporte de ingresos en sus familias.

De acuerdo con la FAO, las féminas entran en el rol de esta actividad económica, donde actualmente posee el 18% de los terrenos agrícolas, en comparación del menos del 1% de hace 30 años. Con todo lo anterior, las familias de las zonas rurales se enfrentan a desafíos, por los que es urgente sugerir alternativas efectivas, es por eso la importancia de la caracterización de las unidades productivas de la

Región de los Llanos, que busca mejorar las formas de trabajo en este lugar, y buscar la forma disminuir los riesgos climáticos que enfrenta la agricultura u otras actividades económicas, todo para elevar rentabilidad de la actividad agrícola y la condición de vida de los productores.

DESARROLLO

Fundamentación

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), desde que la humanidad desarrollo la agricultura ha ido cambiando sus formas de cultivar y producir sus alimentos, en sus inicios utilizaba técnicas muy rudimentarias para poder producir sus alimentos, pasando por diferentes etapas (coa, uso de la fuerza animal, mini-tractores) de desarrollo, hasta lo que hoy conocemos la tecnificación en el campo. Los seres humanos se han adaptado continuamente a las potencialidades y limitantes del medio que lo rodea, y también de acuerdo a las condiciones climatológicas que le ha tocado vivido durante su paso por la tierra.

Cabe mencionar que la población de las áreas rurales proporciona los alimentos producidos en el sector primario. El crecimiento de las ciudades, ha impulsado la existencia y demanda de alimentos como carnes, lácteos y productos procesados (FAO, 2015).

Uno de los factores que actualmente puede hacer referencia con respecto a la población rural en el mundo, es la migración de personas a la zonas urbanas, por lo que existe una disminución considerable de las zonas rurales en el mundo: para 1960 se contabilizaba que había un 66.33% de la población mundial, y en 2000 bajó a un 53.3%, ya para el 2017 existía un 45%, teniendo una reducción un poco más del 20% de personas en áreas rurales (FMI, 2017).

Alrededor de uno de cada cuatro mexicanos ha habitado en zonas rurales en los últimos veinticinco años. La población en áreas rurales –definidas como aquellas localidades con menos de 2 500 habitantes- pasó de representar el 29% del total de la población a 23% entre 1990 y 2015. Actualmente, se estima que 27,5 millones de mexicanos habitan en zonas rurales.

Actualmente el uso de la tierra para la agricultura está constituida por unidades de producción (UP) agropecuaria, de un total de 3.2 millones se dedican a actividades agrícolas, es decir, 86% de las unidades de producción, entre las características que poseen estas UP (pequeños y medianos productores), que se enfrentan grandes retos en la actividad que desempeñan (poca tecnificación, asistencia técnica, servicios crediticios, aunado al nivel académico y edad adulta).

También en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2017), se muestran datos de los principales productos agrícolas, ganaderos y forestales, así como información de las unidades de producción donde se realizó el cultivo, el aprovechamiento ganadero o la actividad forestal, así mismo presenta las características sociodemográficas de los productores y de las personas que viven con él, de las unidades pequeñas y medianas; donde además conceptualiza la UP como la unidad económica conformada por uno o más terrenos ubicados en un mismo municipio, en donde al menos en alguno de ellos se realizan actividades agropecuarias o forestales, bajo el control de una misma administración.

Aun con la aplicación de los programas de apoyo por parte de SADER, el campo mexicano se encuentra en abandono, los métodos de producción y la degradación de los suelos no son los mejores en estos tiempos, si le abonamos los altos precios en los insumos y maquinaria, no le alcanza al productor para competir en el mercado global.

El estado de Durango, es la cuarta entidad federativa de mayor extensión territorial con 123,317 KM² equivalente a un 6.9% de territorio, después de Chihuahua, Sonora y Coahuila. Del total nacional de las unidades de producción, que practica la actividad de la agricultura a cielo abierto, el estado de Durango representa el 1.33% de las mismas (ENA, 2017), contando con 12, 098,574.96 has. para la actividad agrícola, representando un 6.36% de has de todo el país.

El Municipio de Guadalupe Victoria del estado de Durango se encuentra entre los paralelos 24° 07' y 24° 41' de latitud norte; los meridianos 103° 53' y 104° 17' de longitud oeste; altitud entre 1800 y 3000 msnm, colinda al norte con el municipio de Peñón Blanco; al este con los municipios de Peñón Blanco y Cuencamé; al sur con los municipios de Cuencamé, Poanas y Durango; al oeste con los municipios de

Durango, Pánuco de Coronado y Peñón Blanco. Ocupa el 1.1% de la superficie del estado. Cuenta con 51 localidades de las cuales destacan 15 de ellas y tiene una población total de 35, 380 habitantes (INEGI, 2015).

En lo que respecta a las hectáreas cultivadas, posee 126,017.30 de ellas, que refleja un 1.04% de total del estado de Durango. Cuenta con todas las condiciones climáticas para la práctica de la agricultura con una precipitación pluvial de 400 – 700 mm anuales, su clima es semiseco templado con lluvias en verano del 98%. (INEGI, 2010)

Figura 1. Municipio de Guadalupe Victoria, Dgo.



En el municipio de Guadalupe Victoria del estado de Durango, existen 5992 unidades de producción (UP) en la modalidad de los sistemas de riego y temporal (SADER, 2017), en los cuales, se representa una mayoría de predios de 5-10 has con 4637 de ellos, seguido de 1-5 has, con 3917 predios, de 10-20 has con 1550 predios, y por último de más de 20 has con una menor cantidad de 513 predios.

Este municipio se ha caracterizado por ser mayormente actividad agrícola, por muchos años ha sido llamado “El granero de los llanos”, puesto que en él, se concentra la mayor parte de la superficie de siembra, ya anteriormente generaba una cantidad considerable de la producción de frijol como principal cultivo de la región; debido a ello, es de suma importancia analizar las características de sus unidades producción, individual y colectivas.

MÉTODO

El estudio se basó en un enfoque deductivo y se utilizó una herramienta cuantitativa para el análisis de los datos. Cabe mencionar que existen diferentes tipos de unidades de producción: agrícola, pecuaria, forestal y pesquera. La información se obtuvo directamente de cada una de estas unidades producción agrícola en la Región de los Llanos del estado de Durango, que comprende los municipios de Peñón Blanco, Cuencamé, Pánuco de Coronado y Guadalupe Victoria, los cuales son dedicados principalmente a la agricultura y ganadería. Siendo el último de estos a los que se hace referencia en los datos obtenidos, por su grado de importancia en la producción de frijol del estado de Durango.

Se aplicó un instrumento de valoración, con el fin de medir el impacto de los apoyos brindados por programas gubernamentales, la antigüedad de la maquinaria e implementos, las cantidades de hectáreas que maneja, el tipo de cultivo, y lo más importante, las problemáticas a las que se enfrenta el agricultor en la producción y comercialización del producto; para así aplicar estrategias que ayuden a revertir el atraso en el área rural; se contó con personal que apoyó para recabar la información, que fueron alumnos de diferentes semestres de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llanos, preferentemente oriundos de las diferentes comunidades del municipio de Guadalupe Victoria, a los quienes se le capacitó para realizar el trabajo de campo. El estudio realizado, fue con base a los datos obtenidos del DDR03 de SADER, con sede en Guadalupe Victoria, Dgo, que se pueden clasificar las unidades de producción agrícola en 3 estratos, el número de hectáreas, número de productores y cantidad de predios, y todos estos en dos tipos: ejido y pequeña propiedad. Sobresaliendo la de pequeña propiedad por el número de hectáreas, con 16,497.30, con un número de productores de 1,150 y un total de 1,938 predios. Seguido de la comunidad de Guadalupe Victoria, también cabecera municipal del mismo nombre como se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de las unidades de producción de Guadalupe Victoria, Dgo.

Ejido/Pequeña propiedad	Agricultura		Predios				
	Hectáreas	Productores	Total	0.01-5.00	5.01-10.00	10.01-20.00	20.01...
Pequeña propiedad	16,497.30	1,150	1,938	586	635	350	367
N.C.P.E. Dos de Abril	1,399.00	106	175	32	94	49	
Álvaro Obregón	1,495.34	165	415	274	141		
Antonio Amaro	9,318.83	783	1,592	728	634	190	40
Calixto Contreras	3,396.74	516	767	215	458	78	16
Carrillo Puerto	9,123.53	746	1,322	239	728	330	25
Guadalupe Victoria	9,136.90	1,160	1,949	855	789	250	55
Ignacio Allende	5,785.55	585	1,130	590	390	140	10
Ignacio Ramírez	5,457.10	514	781	175	550	56	
J. Guadalupe Rodríguez	3,141.08	267	548	223	218	107	

Fuente: SADER. DDR03 (2018)

La encuesta se realizó a 192 productores del municipio de Guadalupe Victoria, Dgo., abarcando el total de los ejidos y pequeñas propiedades como objeto de estudio. La encuesta consistió en la aplicación de un cuestionario, mediante entrevista personal, durante los ciclos agrícolas del año 2017 y 2018 cuyo requerimiento era de ser productor y trabajar tierras de cultivo. Las variables fundamentales asociadas a la muestra de estudio fueron: la infraestructura con la que cuenta, el tipo de áreas de cultivo (temporal o de riego), la cantidad de hectáreas que trabaja, total de hectáreas cultivadas (propias o de aparcería), apoyos de gobierno recibidos

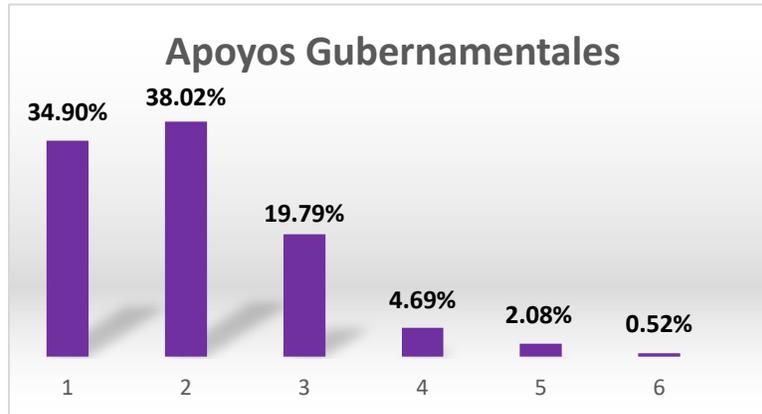
RESULTADOS

Hoy en día, las unidades de producción están atentas a la entrega de programas de apoyo al campo, ya que la mayoría de los productores los utilizan para iniciar los trabajos desde los meses de enero o febrero para el nuevo ciclo agrícola, entre los que se puede mencionar a programa ProAgro.

Para las localidades del Municipio de Guadalupe Victoria, Dgo., que representan el objeto de estudio, y según las características analizadas en la Figura 2, al momento de interpretar los datos, se puede observar que dentro de los productores que se encuestaron, se obtuvo que un 73% de ellos reciben entre 1 o 2 apoyos gubernamental, seguido de un 19.79 % que obtiene 3 apoyos, sumados estos, resulta el 92.71%; y ya con un mínimo del 0.52% que reciben hasta 6 apoyos del

gobierno, por lo que todo ello, debe de verse reflejado en los trabajos de las tierras, así como en la producción de los granos sembrados.

Figura 2. Porcentaje de productores que reciben apoyos gubernamentales



Otro rubro importante en las actividades agrícolas y ganaderas, es la infraestructura utilizada para el buen manejo de equipo y material para siembra y cosecha de grano y forraje, ya que puede ser indispensable un corral, tejaban, bodega, remolque, o implementos propios de la actividad. Por lo que se observa que el productor requiere de un o más tractores y de implementos agrícolas para trabajar las tierras, que representa un 42% de esta infraestructura, seguido del remolque y una camioneta con un 30.73% de estos, para abonar los trabajos del campo. Figura 3.

Figura 3. Porcentaje de productores que cuentan con infraestructura



También se observa la importancia de una trilladora, que aunque su costo es muy alto, el 10.42% de los entrevistados posee una de ellas; además el 4.17% adquirió

una cribadora para poder darle valor agregado al frijol, puesto que es el producto de mayor relevancia en la siembra y cosecha en la región de los llanos. Cabe mencionar que el 8.85% de los entrevistados ha logrado construir una bodega, de esto, se puede deducir que son unidades de producción que lo utilizan con doble finalidad y donde además de guardar equipo y maquinaria; también se almacena grano y forraje del sector pecuario.

Para complementar la variable anterior, se analizó otro tema importante de esta actividad, que corresponde a la antigüedad de tractor, este vehículo motorizado con la fuerza necesaria para labrar la tierra en un menor tiempo; observando en los datos de la Figura 4, que el 32.29% de los campesinos de este municipio utilizan tractores de 11-15 años de antigüedad, 28.13% son de 6-10 y el 23.96% de 1-5 con el mismo. Por lo que pueden llegar a no ser rendidores de combustible, de menor caballaje de fuerza, demorarían en los trabajos, o inclusive, pueden ser más propensos a sufrir descomposturas, porque se ve reflejado en el último punto que es el 15.63% con las de 16 años de vida útil del tractor. Por otra parte en la Figura 5, se enmarca la antigüedad de los implementos agrícolas, que son complemento de la tecnificación del campo. Para poder describir que el 43.23% tienen un periodo de vida de 6-10 años de dichas herramientas, también el 20.83% son de reciente fabricación, de menos de 5 años, por lo que 19.27% son de 11-15 años de antigüedad, y de más de 16 años sólo es el 16.67% de vida de estos artefactos.

Figura 4. Porcentaje de productores que operan un tractor según la antigüedad

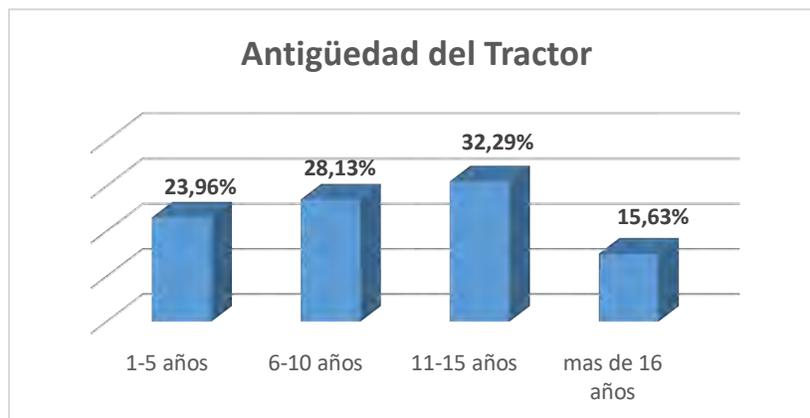
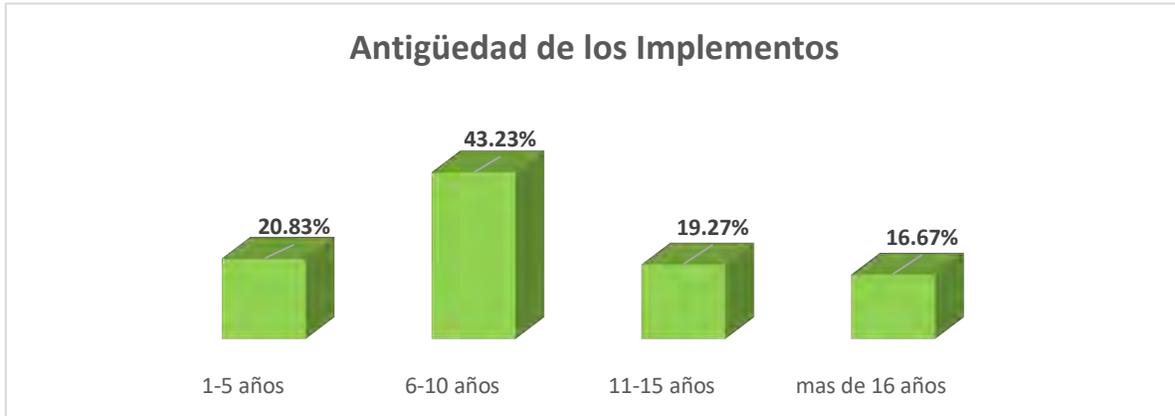
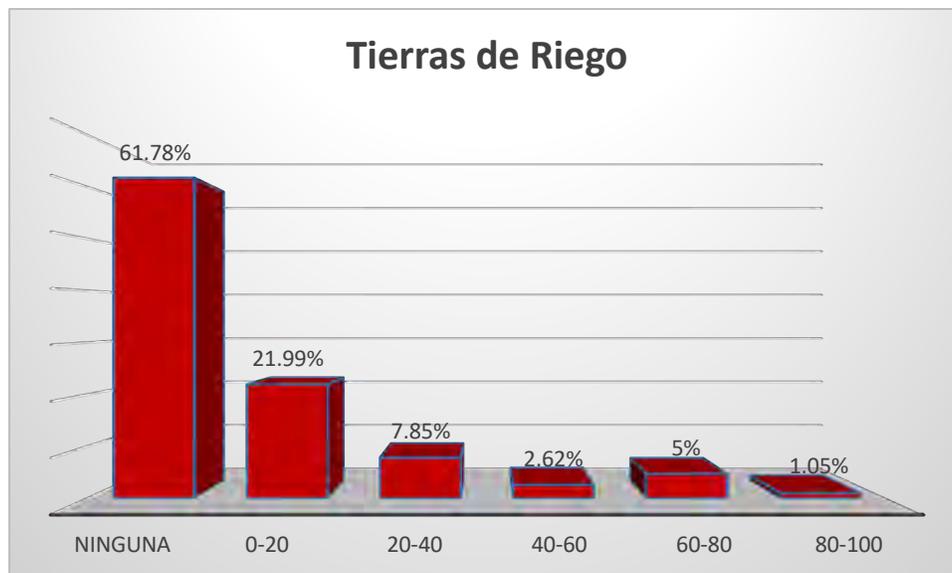


Figura 5. Porcentaje de productores que utilizan implementos agrícolas con antigüedad



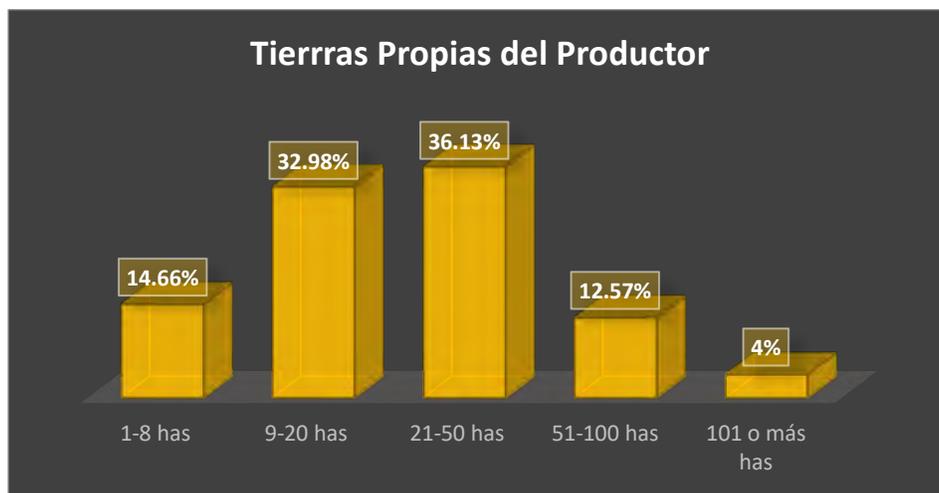
En la figura 6 que se presenta a continuación, se observa que en la actualidad, el 61.78% de los encuestados, no maneja ninguna hectárea de tierra de riego, y los que manejan hasta 20 hectáreas son el 21.99%, encontrándose en el rango de 20-40 hectáreas son el 7.85%, en menor cantidad se encuentra el 2.62% de productores que trabajan de 40-60 hectáreas de riego, siguiendo de 60-80 hectáreas con el 5%, quedando, muy por debajo una pequeña porción de productores de 80-100 hectáreas con sólo el 1.05%.

Figura 6. Porcentaje de productores que manejan tierras de riego



De acuerdo a los datos obtenidos en el instrumento de medición, representados en la Figura 7, es un punto medular de la observación, ya que esta variable indica el grado de dedicación a esta actividad, expresando así, la cantidad de hectáreas que posee el productor; además indica que, el 4% de ellos tiene derechos de mas de 100 hectáreas, el 12.57% tiene entre 51-100 hectáreas propias, 14.66% de 1-8 hectáreas, Por lo que en su mayoría, los campesinos dedicados a la agricultura poseen 69.11% con una tenencia de la tierra de entre 9 y 50 hectáreas

Figura 7. Porcentaje de productores que manejan tierras propias



En la actualidad, la gran mayoría de los productores agrícolas no se conforman con las tierras propias para manejar algún cultivo, sino que recurren a más extensión de tierras. Es por ello que en la encuesta se abarcó la interrogante sobre el tipo de acuerdo que efectúa con los propietarios de las tierras que le interesa manejar: de acuerdo a los datos obtenidos, se observa en la Figura 8, que representa un 95.31% de tierras propias que maneja, mientras que un 48.44% acuerda con otro propietario del reparto de un tercio de la producción; en lo que respecta al arrendamiento es el 18.23% de la tierra que trabaja, un 4.69% maneja tierras a préstamo y un 3.65% de las mismas acuerda el reparto de la producción a la mitad, y muy abajo se encuentra la forma de trabajo de las tierras del 2.08% de total, quienes la trabajan a manera de "tierra muerta", esto es, sin ningún beneficio para el dueño, sólo para quien la trabaje.

Figura 8. Porcentaje de formas que productores manejan tierras en aparcería.

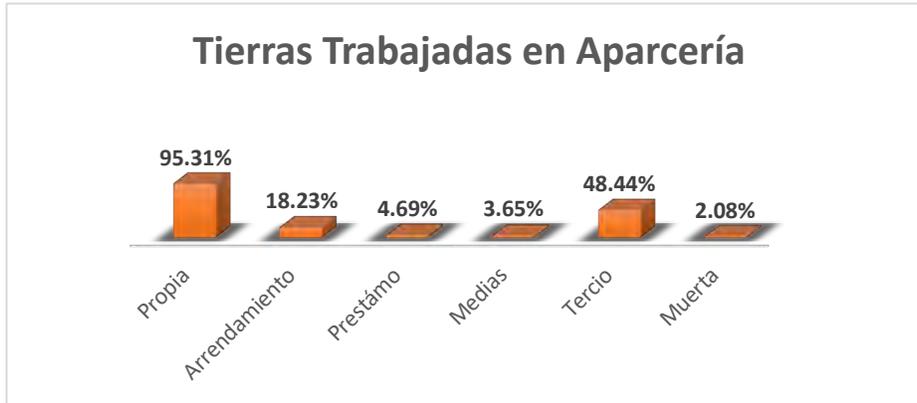
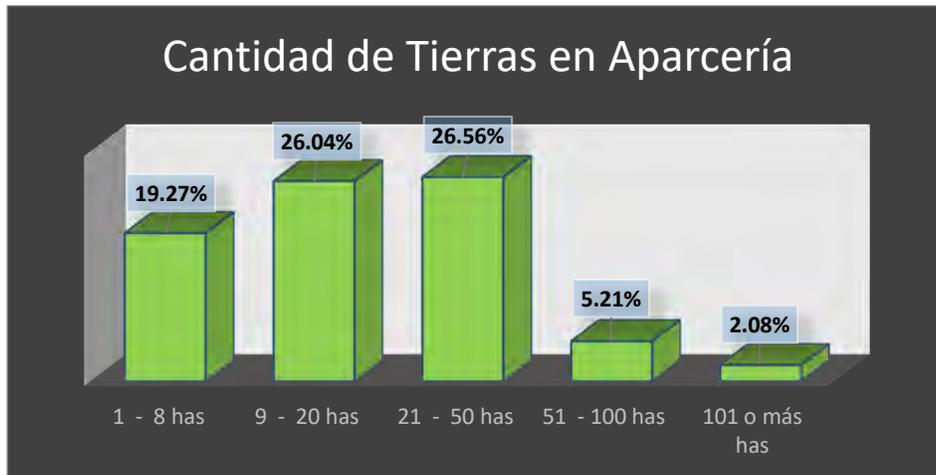


Figura 9. Porcentaje de tierras que los productores manejan en aparcería



Una vez que se formalizaron las formas de trabajo con otras personas dueñas de tierras, ahora es importante analizar la cantidad de hectáreas a manejar. Sólo el 2.08% de los encuestados maneja más de 100 hectáreas de otros productores, el 5.21% maneja entre 51-100 hectáreas a parte de las propias, y entre el rango de 1 a 18 hectáreas es el 19.27%. Es importante mencionar que, el 52.60% de los productores encuestados maneja entre 9 y 50 hectáreas extras a las propias. Todo esto reflejado en la Figura 9. Por lo que son los grandes productores los que se benefician en esta actividad del primer sector.

CONCLUSIONES

Actualmente, el estado de Durango se encuentra en una situación complicada con respecto al campo, en los últimos dos años, los productores no sólo del estado, sino del país se enfrentan a diversas problemáticas al momento de comercializar su producto, específicamente el frijol, que es el cultivo de mayor manejo en la región de los llanos, siendo que la gran cantidad de producción en el estado, sale del municipio de Guadalupe Victoria. Todo esto a pesar de la gran competencia en el mercado internacional los productores no pierden la esperanza de que “el siguiente año sea mejor” para sus unidades de producción.

Los esfuerzos de los gobiernos federal, estatal y municipal no han sido los mejores, porque por más que se declare el apoyo al campo, su avance no se ve reflejado en las mejores condiciones de vida de las familias de los campesinos. Se puede palpar que la producción de los pequeños productores de 1 hasta 20 hectáreas no es costeaable, debido a que dedicarse a esta actividad involucra un alto costo en los trabajos, por lo que recurren a traspaso de manejo de sus tierras laborables, o inclusive ofertan sus predios a los grandes productores, por el desánimo y el simple hecho de ya no querer dedicarse a esta actividad.

Por lo que es recomendable, mejorar las políticas públicas enfocadas al sector agrícola, con la finalidad de ir a la par con otra actividad como lo puede ser las huertas de árboles perenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO. (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de México rural del siglo XXI.
- FAO. (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los objetivos de Desarrollo Sostenible. .
- FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.
- FMI. (2019). Población rural (% de la población). Obtenido de Perspectiva de la urbanización mundial de las Naciones Unidas: <https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.rur.totl.zs>
- INEGI. (2010). Obtenido de Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Guadalupe Victoria Durango.
- INEGI. (2017). ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria). Obtenido de Porcentaje de unidades de producción con agricultura a cielo abierto según tipo de tecnología agrícola empleada por entidad federativa.
- SADER. (2017). Secretaría de Desarrollo Rural. Obtenido de Datos de las unidades de producción del municipio de Guadalupe Victoria, Dgo. Distrito de Desarrollo Rural 03. .
- SADER. (09 de 01 de 2017). SIAP. Obtenido de Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

BIOREACTORS EMPLOYED FOR METHANE PRODUCTION FROM VINASSE: A REVIEW.

LUIS ALBERTO ORDAZ DÍAZA¹, ANA MARÍA BAILÓN SALASA².

RESUMEN

Alcoholic distillation is one of the oldest and most used methods.

Where, up to 10-15 L of liquid waste per liter of ethanol are generated. To this residue is called vinasse (García et al., 1997; Kockmann 2014; Moraes et al., 2015). In the vinasse toxic and recalcitrant organic matter are presented, which is very aggressive to the environment (Robles-González et al., 2012). Several studies have found that the disposition, storage and soil fertirrigation CO₂ and methane emissions are generated (Carmo et al., 2012; de Oliveira et al., 2013; Moraes et al., 2017).

An alternative to treat and take advantage of this waste, is anaerobic digestion (AD). AD is the fermentation of organic waste in the absence of oxygen carry out by microorganisms. The organic matter is degraded to produce methane, carbon dioxide and nutrient-rich sludge (Tabatabaei et al., 2010; Abbasi et al., 2012). Where a low production of sludge and can be used to reduce the contamination while biogas are produced (Belhadj et al., 2013; Fuess et al., 2018; Volpini et al., 2018). The production of biogas is between 400 and 600 L per kg of Chemical Oxygen Demand (COD), with a methane content of 60 to 70% (Moletta 2005).

ABSTRACT:

The liquid waste generated in the alcoholic distillation (vinasse) generates negative impacts to the environment. Mainly the greenhouse gas emission. To prevent these gases from contributing to global warming, anaerobic reactors have been used. In which it is possible to carry out the treatment to the effluent. And the methane production that later can be used as an alternative energy source. The aim of this work is to provide the state of the art about the different types of reactors used in methane production from vinasse. As is

¹ Tecnológico Nacional de México / Universidad Politécnica de Durango. bailon_anna@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México // Universidad Politécnica de Durango. bailon_anna@hotmail.com

also important in the selection and pretreatment of the inoculum as well and the parameters used to increase the methane production from vinasse.

keywords: *Bioreactor, Methane; Vinasse; Inoculum*

INTRODUCCIÓN

background of anaerobic reactors

Depending on the configuration type the reactors are classified in batch, one-stage continuously fed and multistage continuously fed systems. Batch anaerobic digesters are reactors to which the vinasse is added and subsequently after a hydraulic retention time they are emptied. In the one-stage continuously fed systems also all reactions carry out in one bio-reactor. However, there are more complex systems which have multistage, where the reactions (hydrolysis-acidogenesis and acetogenesis-methanogenesis) are carried separately (Chowdhury and Fulford 1992; Ward et al., 2008). The anaerobic methanogenic microorganisms grow slowly. Therefore, it is key to have a high bacterial concentration and effective retention (Bajpai 2017). Reactors have been classified depending on how they dispose biomass, such as suspended, fixed and self-immobilized biomass (Van Lier et al., 2015). These are classified as suspended biomass, fixed biomass and self-immobilized biomass.

Factors Affecting The Methane Production

Like all biological processes, there are factors that can reduce the efficiency of the system. For example, the sulfate content in the vinasse can inhibit methanogenic archaea richness. Since the bacteria sulfate-reducing bacteria is competing for the carbon sources (Moestedt et al., 2013). Nguyen and Khanal (2018) was reported that in the hydrolysis stage the exposure of a small amount of oxygen, improve the methane yield, stabilize the process and eliminate the hydrogen sulfide. On the other hand, a greater contribution of the substrate can cause a lower methane yield due to a higher consumption in the hydrolytic-acidogenic stage. Probably because the acidogenic bacteria could have been affected and inhibited at the highest organic load rate (Kolesárová et al., 2011).

Another factor to consider is that to increase the anaerobic reactors effectiveness, it is necessary to increase the methanogenic sludge concentration (Rittmann and McCarty, 200). Besides, granular activated carbón increases stability at the start of the biodigester. Due to this, it adsorbs toxic organic compounds that inhibit methanogenic activity (Aktaş and Çeçen, 2007; Lee et al., 2016). Besides the temperature is very important for methanogenic bacteria, due to enzymatic activities (Journal 2017).

Monitoring of reactor changes

Due to the AD is a three-phase process (solid, liquid, and gas) where each step is related to the other phases (Switzenbaum et al., 1990). All changes occurred in the reactor should be measurable and be available. To be able to relate it to the current situation of the system (Borja and Rincón 2017).

The Solid Phase could be characterized to estimate the active microorganism population. The 16s rDNA and 18s rDNA are a molecular chronometer that can be used to compare the diversity of microbial communities and to monitor population dynamics (Muyzer 1999). And has been widely used to study the microbial ecology of anaerobic reactors (Ali Shah et al., 2014).

The parameters used to characterize the chemical status of the Liquid Phase are pH, alkalinity, temperature, volatile fatty acids and the C/N ratio (Borja and Rincón 2017).

The Gas Phase, is characterized by methane and carbón dioxide principally. Proportions changes of both gases are typical of digester imbalances (Borja and Rincón 2017).

Anaerobic reactors and their application in the methane production from vinasse.

Several studies have been reported anaerobic reactors from vinasses as continuous stirred tank reactor (CSTR) (Méndez-Acosta et al., 2010). CSTR a perfectly mixed reactor, where the pressure, composition and temperature uniformity. Therefore, it could operate at an optimal temperature and with a long reaction time (Peña et al., 2008).

Jáuregui-Jáuregui et al. (2014) produced methane from tequila vinasse using an Up-flow anaerobic sludge fixed film (UASFF). The UASFF offers a greater variation in the population; less sensitive to environmental variations (temperature, pH, and toxic substances); higher growth rate; faster utilization of the substrate in relation to free biomass. Besides, has good performance (Bishop 1997; Emadian et al., 2015).

Syaichurrozi et al., (2013) used a batch anaerobic digesters in the sugarcane vinasse treatment. For this type of reactors are very easy to operate. Where the vinasse is added and subsequently after a hydraulic retention time they are emptied (Ukpaka et al., 2018).

Arreola-Vargas et al., (2018) and Toledo-Cervantes et al. (2018) studied the methane production from tequila vinasse using a packed bed reactor (PBR). Due to PBR has a high efficiency and ease of construction, operation and maintenance. Furthermore, the advantages of PBR compared to a batch reactor ease of separating and operate over long periods (Santana et al., 2018). However, produced excess biomass has been reported by Holladay et al. (1978) using a PBR system. The tequila vinasse have been studied using an anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) by Arreola-Vargas et al. (2016). The microorganism in the ASBR has a variable substrate concentration over the duration of the cycle. And therefore, at high rates of substrate conversion, and efficient biomass flocculation and settling (Akil and Jayanthi 2012).

And the most used anaerobic reactor are Upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. The UASB are based on the development of dense biogranules (Li et al., 2014) that allows the sedimentation of the microbial biomass. Where the granule formation can take up to 50 days. However, the addition of aluminum, phosphorus, silicon and calcium improves the formation of the biogranules (Sanjeevi et al., 2013). Qasim, (2017) reports that in the reactor start up an inoculum already acclimatized with dense biogranules could be used. For this purpose, it is recommended to use 15-30 kg of sludge per m³. The UASB has been used in the AD of tequila vinasse (Buitron et al., 2014), Sugarcane vinasse (Janke et al., 2015; de Barros et al., 2016; de Barros et al., 2017; Del Nery et al., 2018), mezcal vinasse (Cruz-Salomón et. al., 2017) grape vinasse (Petta et al., 2017).

In the table 1 it show that most of the reported works, the pH used in the AD, were carried out very close to neutrality. The inoculum source was very varied, like sludge from Brewery wastewater, swine wastewater, rumen, poultry slaughterhouse, and pulp and paper wastewater. Due to the works reported, the inoculum source different was used, and the molecular characterization of the active biomass was not performed (in most cases) it is difficult to attribute the methane production efficiency to an inoculum type. In this case, the microbial communities that participate in each of the steps of the AD from vinasse it is necessary to correctly identify. Or the specific inoculums production to improve the methane production from vinasse in future research. The temperature range reported since at room temperature to 56 ° C. The maximum methane yield (357 L / kg of COD) reported in this review was made by Jáuregui-Jáuregui et al., 2014. They used a UASFF reactor with an operating temperature of 35 ° C, pH = 7.4 and the brewery wastewater sludge was used like inoculum. In some case, the redesign of the reactors can be increase biogas production (Cruz-Salomón et. al., 2017).

Table 1.- The methane yield under different operating conditions in tequila, mezcal, sugarcane and grape vinasse.(Room temperatura)

Vinasse type	Temperature (°C)	pH	The methane yield (L per kg of COD)	Inoculum source	Reference
Tequila	35	7.4	-	Brewery	Méndez-Acosta et al., 2010
Tequila	35	7.4	357	Brewery	Jáuregui-Jáuregui, et al., 2014
Tequila	35	7	240-280	Brewery	Arreola-Vargas et al., 2018
Tequila	38	7	290	Brewery	Arreola-Vargas et al., 2016
Tequila	35	5 (acidogenic stage)	290	Brewery	Toledo-Cervantes et al., 2018
		7,7 (methanogenic stage)			
Tequila	35	6.8–7.5	257.9	Brewery	Buitron et al., 2014
Mezcal	-	5.5-6.(acidogenic stage)	307.5	Wastewater plant	Cruz-Salomón et. al., 2017

	-	7.8 and 8.2 (methanogenic stage)			
Sugarcane	RT*	7	139.17	Rumen	Syaichurrozi et al., 2013
Sugarcane	22	7.7	299	Poultry slaughterhouse	Del Nery et al., 2018
Sugarcane	40	8.8	246	Pulp and paper wastewater	Janke et al., 2015
Sugarcane	20-30	7	185	Swine wastewater	de Barros et al., 2016
Sugarcane	54–56	6.59 to 7.70	170-240	UASB reactor treating sugarcane vinasse	de Barros et al., 2017
Grape	37	7.3–8.0.	340	-	Petta <i>et al.</i> , 2017

CONCLUSIÓN

The reactor design is an important variable for the biogas production. The best design will be the one that takes into account the characteristics of the raw material, the microbial composition of the inoculum and specific operating conditions. There are differences in the kinetics, potential and methane yield of the type of substrate used. Using a pretreatment in them can improve the digestibility of these.

a. There is a wealth of information from studies carried out to improve the production of methane from vinasse. This has allowed to glimpse into the "black box". However, AD of vinasses requires a better understanding. Where are considered different operating conditions in relation to the biomass present in each of the stages.

Acknowledgments

The support of the Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED) is greatly appreciated. This work was supported by the name project "Bioenergía utilizando la vinaza, residuo de la Industria Mezcalera".

REFERENCES BIBLIOGRAPHY

- Abbasi, T., Tauseef, S. M., Abbasi, S. A., and SpringerLink (Online service). (2012). Biogas energy. New York, NY: Springer New York.
- Akil, K., and Jayanthi, S. (2012). Anaerobic Sequencing Batch Reactors and Its Influencing Factors: An Overview. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 54(2), 317-322.
- Aktaş, Ö., and Çeçen, F. (2007). Bioregeneration of activated carbon: a review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 59(4), 257-272.
- Ali Shah, F., Mahmood, Q., Maroof Shah, M., Pervez, A., and Ahmad Asad, S. (2014). Microbial ecology of anaerobic digesters: the key players of anaerobiosis. *The Scientific World Journal*, 2014. DOI: 10.1155/2014/183752
- Arreola-Vargas, J., Jaramillo-Gante, N. E., Celis, L. B., Corona-González, R. I., González-Álvarez, V., and Méndez-Acosta, H. O. (2016). Biogas production in an anaerobic sequencing batch reactor by using tequila vinasses: Effect of pH and temperature. *Water Science and Technology : A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 73(3), 550-556. doi:10.2166/wst.2015.520
- Arreola-Vargas, J., Snell-Castro, R., Rojo-Liera, N. M., González-Álvarez, V., and Méndez-Acosta, H. O. (2018). Effect of the organic loading rate on the performance and microbial populations during the anaerobic treatment of tequila vinasses in a pilot-scale packed bed reactor. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 93(2), 591-599.
- Bajpai, P. (2017). Basics of anaerobic digestion process. In *Anaerobic Technology in Pulp and Paper Industry* (pp. 7-12). Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-10-4130-3_2
- Belhadj, S., Karouach, F., El Bari, H., and Joute, Y. (2013). The biogas production from mesophilic anaerobic digestion of vinasse. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology (IOSR-JESTFT)* e-ISSN, 2319-2402.
- Borja, R., and Rincón, B. (2017). Biogas production.
- Buitron, G., Kumar, G., Martinez-Arce, A., and Moreno, G. (2014). Hydrogen and methane production via a two-stage processes (H₂-SBR+ CH₄-UASB) using tequila vinasses. *international journal of hydrogen energy*, 39(33), 19249-19255. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2014.04.139
- Carmo, J.B.D., Filoso, S., Zotelli, L. C., de Sousa Neto, E. R., Pitombo, L.M., Duarte-Neto, P. J., Vargas, V.P., Andrade, C.A., Gava, G.J.C., Rossetto, R., Cantarella, H., Neto, A.E., and Martinelli, L.A. (2012). Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation. *Gcb Bioenergy*, 5(3), 267-280.
- Chowdhury, R. B. S., and Fulford, D. J. (1992). Batch and semi-continuous anaerobic digestion systems. *Renewable energy*, 2(4-5), 391-400. DOI: 10.1016/0960-1481(92)90072-B

- Cruz-Salomón, A., Meza-Gordillo, R., Rosales-Quintero, A., Ventura-Canseco, C., Lagunas-Rivera, S., and Carrasco-Cervantes, J. (2017). Biogas production from a native beverage vinasse using a modified UASB bioreactor. *Fuel*, 198, 170-174. DOI: 10.1016/j.fuel.2016.11.046
- de Barros, V. G. D., Duda, R. M., and Oliveira, R. A. D. (2016). Biomethane production from vinasse in upflow anaerobic sludge blanket reactors inoculated with granular sludge. *Brazilian journal of microbiology*, 47(3), 628-639. DOI: 10.1016/j.bjm.2016.04.021
- de Barros, V. G., Duda, R. M., da Silva Vantini, J., Omori, W. P., Ferro, M. I. T., and de Oliveira, R. A. (2017). Improved methane production from sugarcane vinasse with filter cake in thermophilic UASB reactors, with predominance of *Methanothermobacter* and *Methanosarcina* archaea and *Thermotoga* bacteria. *Bioresource technology*, 244, 371-381. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.106
- de Oliveira, B. G., Carvalho, J. L. N., Cerri, C. E. P., Cerri, C. C., and Feigl, B. J. (2013). Soil greenhouse gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas. *Geoderma*, 200, 77-84. DOI: 10.1186/s40064-016-2410-3
- Del Nery, V., Alves, I., Damianovic, M. H. R. Z., and Pires, E. C. (2018). Hydraulic and organic rates applied to pilot scale UASB reactor for sugar cane vinasse degradation and biogas generation. *Biomass and bioenergy*, 119, 411-417. DOI: 10.1016/j.biombioe.2018.10.002
- Fuess, L. T., Garcia, M. L., and Zaiat, M. (2018). Seasonal characterization of sugarcane vinasse: Assessing environmental impacts from fertirrigation and the bioenergy recovery potential through biodigestion. *Science of The Total Environment*, 634, 29-40.
- García, I. G., Venceslada, J. B., Peña, P. J., and Gómez, E. R. (1997). Biodegradation of phenol compounds in vinasse using *Aspergillus terreus* and *Geotrichum candidum*. *Water Research*, 31(8), 2005-2011.
- Holladay, D. W., Hancher, C. W., Scott, C. D., and Chilcote, D. D. (1978). Biodegradation of phenolic waste liquors in stirred-tank, packed-bed, and fluidized-bed bioreactors. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 2573-2589.
- Janke, L., Leite, A., Nikolausz, M., Schmidt, T., Liebetrau, J., Nelles, M., and Stinner, W. (2015). Biogas production from sugarcane waste: assessment on kinetic challenges for process designing. *International journal of molecular sciences*, 16(9), 20685-20703. DOI: 10.3390/ijms160920685
- Jáuregui-Jáuregui, J. A., Méndez-Acosta, H. O., González-Álvarez, V., Snell-Castro, R., Alcaraz-González, V., and Godon, J. J. (2014). Anaerobic treatment of tequila vinasses under seasonal operating conditions: Start-up, normal operation and restart-up after a long stop and starvation period. *Bioresource technology*, 168, 33-40. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.04.006
- Journal, T. S. W. (2017). Retracted: Microbial Ecology of Anaerobic Digesters: The Key Players of Anaerobiosis. *The Scientific World Journal*, 2017. DOI: 10.1155/2017/3852369

- Kockmann, N. (2014). History of distillation. In *Distillation* (pp. 1-43). DOI: 10.1016/B978-0-12-409547-2.14064-8
- Kolesárová, N., Hutňan, M., Bodík, I., and Špalková, V. (2011). Utilization of biodiesel by-products for biogas production. *BioMed Research International*, 2011.
- Lee, J. Y., Lee, S. H., and Park, H. D. (2016). Enrichment of specific electro-active microorganisms and enhancement of methane production by adding granular activated carbon in anaerobic reactors. *Bioresource technology*, 205, 205-212.
- Li, J., Yu, L., Yu, D., Wang, D., Zhang, P., and Ji, Z. (2014). Performance and granulation in an upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor treating saline sulfate wastewater. *Biodegradation*, 25(1), 127-136. DOI: 10.1007/s10532-013-9645-2
- Méndez-Acosta, H. O., Snell-Castro, R., Alcaraz-González, V., González-Álvarez, V., and Pelayo-Ortiz, C. (2010). Anaerobic treatment of Tequila vinasses in a CSTR-type digester. *Biodegradation*, 21(3), 357-363. DOI: 10.1007/s10532-009-9306-7
- Moestedt J, Pålédal SN and Schnürer A, The effect of substrate and operational parameters on the abundance of sulphate-reducing bacteria in industrial anaerobic biogas digesters. *Bioresource Technology* 132: 327-332 (2013). doi.org/10.1016/j.biortech.2013.01.043
- Moletta, R. (2005). Winery and distillery wastewater treatment by anaerobic digestion. *Water Science and Technology*, 51(1), 137-144.
- Moraes, B. S., Petersen, S. O., Zaiat, M., Sommer, S. G., and Triolo, J. M. (2017). Reduction in greenhouse gas emissions from vinasse through anaerobic digestion. *Applied energy*, 189, 21-30
- Moraes, B.S., Zaiat, M., Bonomi, A. (2015). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: challenges and perspectives. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 44, 888–903.
- Muyzer, G. (1999). DGGE/TGGE a method for identifying genes from natural ecosystems. *Current opinion in microbiology*, 2(3), 317-322. DOI: 10.1016/S1369-5274(99)80055-1
- Nguyen, D., and Khanal, S. K. (2018). A little breath of fresh air into an anaerobic system: How microaeration facilitates anaerobic digestion process. *Biotechnology advances*.
- Peña, E., Pérez, A. R., Miranda, A. J., and Sánchez, J. H. (2008). Modelado de un reactor químico tipo CSTR y evaluación del control predictivo aplicando Matlab-Simulink. *Revista Ingeniería UC*, 15(3).
- Petta, L., De Gisi, S., Casella, P., Farina, R., and Notarnicola, M. (2017). Evaluation of the treatability of a winery distillery (vinasse) wastewater by UASB, anoxic-aerobic UF-MBR and chemical precipitation/adsorption. *Journal of environmental management*, 201, 177-189. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.06.042
- Qasim, S. R. (2017). *Wastewater treatment plants: planning, design, and operation*. Routledge.

- Rittmann, B. E., and McCarty, P. L. (2001). *Environmental biotechnology: principles and applications*. McGraw-Hill, New York.
- Robles-González, V., Galíndez-Mayer, J., Rinderknecht-Seijas, N., and Poggi-Varaldo, H. M. (2012). Treatment of mezcal vinasses: A review. *Journal of biotechnology*, 157(4), 524-546.
- Sanjeevi, R., Abbasi, T., Abbasi, S.A., 2013. Role of calcium (II) in anaerobic sludge granulation and UASB reactor operation: A method to develop calcium-fortified sludge outside the UASB reactors. *Indian Journal of Biotechnology* 12 (2), 246–253. DOI:
- Santana, J. L., Oliveira, J. M. D., Carvalho, N. B., Osório, N. M. F. D. M., Mattedi, S., Freitas, L. D. S., ... and Soares, C. M. F. (2018). Analysis of the performance of a packed bed reactor to production ethyl esters from crude vegetable oil using lipase immobilized in silica modified with protic ionic liquid. *Química Nova*, 41(8), 891-898. DOI: 10.21577/0100-4042.20170261
- Switzenbaum, M.S., Giraldo-Gomez, E., Hickey, R.F., (1990). Review: Monitoring of the anaerobic methane fermentation process. *Enzyme Microbial Technology* 12, 722–730
- Syaichurrozi, I., Budiyo, and Sumardiono, S. (2013). Predicting kinetic model of biogas production and biodegradability organic materials: Biogas production from vinasse at variation of COD/N ratio. *Bioresource Technology*, 149, 390-397. doi:10.1016/j.biortech.2013.09.088
- Syaichurrozi, I., Budiyo, and Sumardiono, S. (2013). Predicting kinetic model of biogas production and biodegradability organic materials: Biogas production from vinasse at variation of COD/N ratio. *Bioresource Technology*, 149, 390-397. doi:10.1016/j.biortech.2013.09.088
- Tabatabaei, M., Rahim, R. A., Abdullah, N., Wright, A. D. G., Shirai, Y., Sakai, K., Sulaiman, A., and Hassan, M. A. (2010). Importance of the methanogenic archaea populations in anaerobic wastewater treatments. *Process Biochemistry*, 45(8), 1214-1225.
- Toledo-Cervantes, A., Guevara-Santos, N., Arreola-Vargas, J., Snell-Castro, R., and Méndez-Acosta, H. O. (2018). Performance and microbial dynamics in packed-bed reactors during the long-term two-stage anaerobic treatment of tequila vinasses. *Biochemical engineering journal*, 138, 12-20. DOI: 10.1016/j.bej.2018.06.020
- Ukpaka C.P., Ben-Iwo J., Fakrogha J.J. (2018). Examination of Temperature and pH in Anaerobic Digester Process. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 2018, 5(3):384-393
- Van Lier, J. B., Van der Zee, F. P., Frijters, C. T. M. J., and Ersahin, M. E. (2015). Celebrating 40 years anaerobic sludge bed reactors for industrial wastewater treatment. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 14(4), 681-702. DOI: 10.1007/s11157-015-9375-5

- Volpini, V., Lovato, G., Albanez, R., Ratusznei, SM, y Rodrigues, JAD (2018). Generación de biometano en un efluente de tratamiento de AnSBBR de la producción de biohidrógeno a partir de vinaza: Optimización, modelado de vías metabólicas y estimación de escalamiento. *Renewable Energy*, 116 , 288-298. doi: 10.1016 / j.renene.2017.09.004
- Ward, A. J., Hobbs, P. J., Holliman, P. J., and Jones, D. L. (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresource technology*, 99(17), 7928-7940. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.02.044

SISTEMAS DE ESTACIONAMIENTO INTELIGENTE, PRIMERA APROXIMACIÓN DE ALGORITMO GUÍA.

MARÍA ANGÉLICA CERDÁN¹, RODRIGO RODRÍGUEZ FRANCO², JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ³.

RESUMEN

El estacionamiento es un problema en las ciudades de alta concentración vehicular dadas las condiciones de infraestructura y tráfico, donde en horas pico la sobrecirculación generada por la búsqueda de un espacio, contribuye a un exceso en consumo de combustible y al aumento en las emisiones de CO₂, además de reflejar un impacto negativo en la calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

El surgimiento del paradigma de ciudades inteligentes ha considerado la resolución de esta problemática desde hace algunos años, encontrándose soluciones implementadas, principalmente en el extranjero. Estas aplicaciones resuelven las limitaciones y condiciones de la búsqueda de espacios de estacionamiento de manera inteligente en tiempo real, por medio de algoritmos guía que consideran optimizaciones para satisfacer los objetivos de los stakeholders.

Se ha realizado una revisión sistemática de literatura, con la finalidad de seleccionar y proponer un modelo matemático básico para la simulación de trayectos optimizados, base de un algoritmo guía para conductores.

Las primeras pruebas fueron elaboradas usando Matlab y Simulink, desarrollándose la simulación 2D, donde de manera inicial se han empleado eventos estáticos manuales para algunos stateflow y las gráficas plot se han generado con la librería Matlab Navigation.

palabras clave: Estacionamiento inteligente, simulación, algoritmo guía.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. angelica.cerdan@itsx.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. rodrigo.rfranco@itsx.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. jessecka.alba@itsx.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Los impactos de los automóviles en la sociedad son diversos y deben ser atendidos, pues si bien los vehículos representan una ventaja que facilita la movilidad, también tienen implicaciones de índole económica, energética, ambiental y psicológica. En horas pico, se ha estimado que el tráfico se incrementa entre un 25% a 40% (Giuffrè, Siniscalchi y Tesoriere, 2012). Un estudio realizado en Westwood Village, LA EE.UU. revela la dimensión de los impactos de la búsqueda de espacio de estacionamiento, reportando un desperdicio anual de recursos equivalente a un recorrido de 950,000 millas (38 viajes alrededor de la tierra), un gasto de tiempo de 95,000 horas (11 años), un consumo de 47,000 galones (177,660 l) de gasolina, además de producir 730 ton de CO₂, sólo en dicha localidad (Soup, 2007).

La problemática ha sido abordada con desarrollos tecnológicos que van desde los Sistemas de Guía e Información de Estacionamiento, conformados por tableros de ubicación y distancia, hasta esquemas que poseen más información, como trayectos y costos. Sin embargo, la naturaleza dinámica del tráfico y la ocupación/desocupación de lugares, afectan el tiempo requerido para hallar con éxito un espacio disponible al mejor precio y a la menor distancia del lugar destino. Para resolver estos retos se implementan algoritmos guía, que permiten dirigir al conductor a un espacio de estacionamiento disponible, bajo condiciones de restricción. Se ha estimado que estos sistemas pueden mejorar hasta un 10% el tráfico (Caicedo, 2010).

Se han desarrollado modelos matemáticos de comportamiento de elección de estacionamiento (Thompson, Takada y Kobayakawa, 2001) y algunas propuestas como la de (Waterson, Hounsell y Chatterjee, 2001), que aprovechan la información probabilística para generar configuraciones óptimas, usando algoritmos genéticos. Actualmente se han desarrollado avances en la predicción de la ubicación disponible, sobre dispositivos móviles (Jun y Yingyan, 2018), que integran técnicas de aprendizaje automático modelando el proceso del estacionamiento de manera estocástica.

La simulación en la mejora de estos modelos, se ejemplifica en (Benenson, Martens y Birfir, 2008), donde se presenta un modelo espacialmente explícito basado en agentes para simular la ciudad, demostrando el impacto de la oferta de

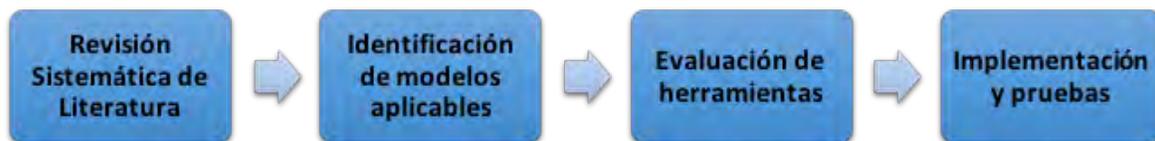
estacionamiento en áreas residenciales con la intención de mejorar la fiabilidad de los sistemas de guía. En (Caliskan, Barthels, Scheuermann y Mauve, 2007) se busca la mejora de la predicción para ubicación de estacionamiento gratuito, mediante cadenas de Markov y una distribución exponencial entre la llegada y el tiempo de estacionamiento, cuya utilidad también se demostró por medio de una simulación.

Este documento presenta la primera aproximación de un algoritmo de guía, implementado con la finalidad de simular el primer cuadro de una ciudad caso de estudio. Para ello, se divide en varias secciones: metodología, donde se describe el modelo empleado para el planteamiento de la simulación que será aplicado al caso de estudio; análisis de resultados, donde se presentan los resultados obtenidos en la primera aproximación aplicada a la simulación 2D, y; la sección de conclusiones, donde se sintetizan los logros de esta propuesta y plantean los trabajos futuros.

DESARROLLO

En la figura 1 se muestran los pasos que integran el método seguido para la realización del trabajo.

Figura 1. Método aplicado. (FUENTE: Elaboración propia)



El proceso de Revisión Sistemática de Literatura (RSL) se ejecutó con una adaptación del método propuesto por (Kitchenham, Brereton, Budgen, Turner, Bailey y Linkman, 2009), integrando los siguientes pasos: 1) establecimiento de preguntas de investigación y elaboración de los instrumentos de extracción de información, 2) definición de términos de búsqueda, 3) selección de fuentes de información, 4) integración, evaluación y ejecución de cadenas de búsqueda, 5) establecimiento y aplicación de criterios de inclusión y exclusión, así como de calidad, 6) extracción de información y elaboración de informe.

En total se revisaron 56 artículos obtenidos de dos de las bases de datos internacionales más importantes (IEEEExplore – 67% y Springer 33%), en una ventana de tiempo de 2015 a 2018. La RSL permitió identificar las ecuaciones de cálculo de tiempo de recorrido y de cálculo de eficiencia que serán aplicados (Houissa, Barth, Nadége. y Mautor, 2017), mismos que se presentan a continuación.

Cálculo de tiempo de itinerancia de recorrido

$$ET(it) = \left(\sum_{i=1}^{k-1} P(a_i) * \prod_{k=1}^{i-1} (1-P(a_k)) * (t(a_1) + t_{ts1}[a_1, a_2] + \dots + t_{tsi-2}[a_{i-2}, a_{i-1}] + t(a_{i-1}) + t_{tsi-1}[a_{i-1}, a_i]) + (t(a_i)/2) \right) + \left(\prod_{i=1}^k (1-P(a_i)) * (t(a_1) + t_{ts1}[a_1, a_2] + \dots + t_{tsi-1}[a_{k-1}, a_k] + t(a_k)) + t_{parking} \right)$$

Donde:

$\prod_{k=1}^{i-1} P(a_i) * \prod_{k=1}^{i-1} (1-P(a_k))$	La probabilidad de encontrar un lugar y estacionar en el segmento de calle, en conocimiento de que no se ha encontrado un lugar de estacionamiento disponible anteriormente.
$\prod_{i=1}^k (1-P(a_i))$	La probabilidad de no encontrar un lugar de estacionamiento disponible entre los segmentos a_1 y a_k (en todo el itinerario).
$t(a_{i-1})$	El tiempo de conducción promedio para cruzar el segmento de la calle a_i .
$t(a_i)/2$	Cuando el conductor aparca en el segmento de calle a_i , el tiempo promedio de cruce se considera como la mitad del tiempo promedio de cruce del segmento de calle a_i .
$t_{parking}$	El menor tiempo de cruce entre el segmento de calle a_k y la estructura de estacionamiento más cercana.
$t_{tsi}[a_i, a_j]$	Para el nodo s_i en S , se define una matriz de transición t_{tsi} que indica el tiempo de transición requerido desde cada arco que entra en s_i hasta cada arco que sale de s_i . Cada fila de la matriz representa el arco que ingresa a s_i . Así, cada columna de la matriz representa un arco con origen s_i . Un tiempo de transición $t_{tsi}[a_i, a_j]$ representa el tiempo medio necesario para cruzar la intersección s_i para ir desde el final del segmento de la calle a_i ($a_i = (w, s_i)$) hasta el comienzo del segmento de la calle a_j ($a_j = (s_i, y)$). Este

tiempo tiene en cuenta el semáforo o los requisitos de prioridad.

Cálculo de utilidad

$$U_t = |ET_{\max} - ET(it(t))| / |ET_{\max} - ET_{\min}|$$

Donde:

$ET(it(t))$ Es el tiempo esperado del itinerario generado en el paso t .

ET_{\max} Es el tiempo máximo esperado hasta el paro $t-1$, el siguiente nodo inicial desde el que se jugará un juego es nodo $D+1$ th.

ET_{\min} Es el tiempo mínimo esperado hasta el paso $t-1$.

El cálculo de utilidad se repite hasta alcanzar una estabilidad o equilibrio relativo (equilibrio de Nash) de los vectores de aprendizaje de los nodos que son los sucesores del nodo actual. Cuando se alcanza este equilibrio, los primeros segmentos de la calle se eligen para la construcción del itinerario de la solución que se propondrá al conductor.

En esta aproximación, el algoritmo propuesto busca los lugares disponibles por segmentos de calle, teniendo en cuenta el tiempo de recorrido en cada arco, sentidos de las calles, el tiempo de los semáforos, los lugares transitados, peatones y señales viales (p.e. "paso uno por uno", cruces permitidos/prohibidos y número de carriles de circulación); limitando en este alcance la búsqueda de estacionamiento en la vía pública.

Para efectos de la primera aproximación a la simulación, se considera como muestra el primer cuadro de un área urbana en un caso de estudio, la ciudad de Xalapa-Enríquez Veracruz, México.

Dado que la finalidad es la simulación de algoritmos de optimización en búsqueda de espacios de estacionamiento disponibles, y que para realizar dicha búsqueda es necesario trazar rutas y trayectorias que cambien constantemente según los obstáculos y parámetros que se presenten durante la realización del recorrido, en otras palabras, necesitamos hacer uso de una navegación dinámica, se hizo uso de

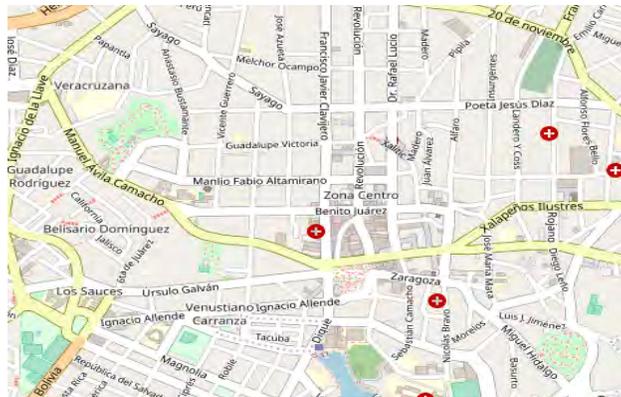
una hoja de ruta probabilística (PRM), que es un gráfico de red de rutas posibles en un mapa determinado, basado en espacios libres y ocupados.

Recopilación y análisis de datos

Caso de estudio

Como ya se mencionó el caso de estudio se ubica en la ciudad de Xalapa-Enríquez, Veracruz, México, tomando como muestra de alcance el primer cuadro de la ciudad que constituye la zona centro (figura 2). Para la geolocalización y extracción del plano de la ciudad, se utilizó Open Street Maps (OSM), que es una herramienta de uso libre. Esta API (de sus siglas en idioma inglés Application Programming Interface), proporciona a Matlab, que es la herramienta de desarrollo a utilizar, información detallada del mapeo

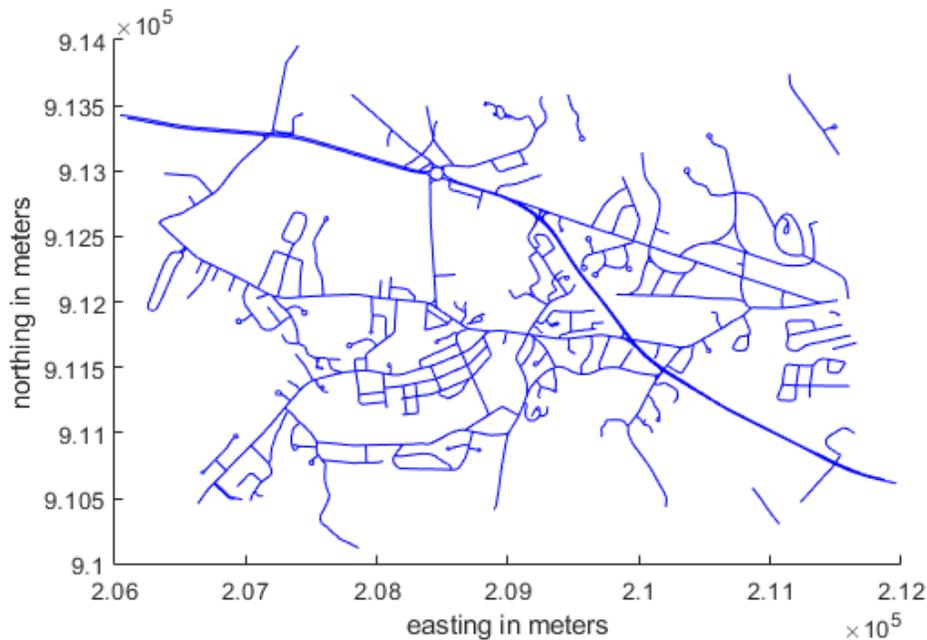
Figura 2. Vista del mapa de la ciudad caso de estudio, zona centro.



(fuente: open street map)

Matlab transforma la información proporcionada por OSM para obtener los datos en forma matricial, produciéndose el trazado de calles y las rutas viales del área, incluyendo las coordenadas en latitud y longitud (figura 3).

Figura 3. Archivo OSM procesado por Matlab.



(fuente: elaboración propia)

La simulación se ejecuta por medio de Python, integrando los datos y procesándolos con Simulation of Urban MObility (SUMO) (figura 4). La simulación puede terminarse por indicación manual, generándose un archivo .json, que convertido a .csv puede ser analizado, dado que almacena: el identificador del vehículo, los carriles que utilizó para el recorrido, el carril de llegada y el carril donde se estacionó, la velocidad establecida de llegada, la duración total del recorrido, el tiempo promedio de espera en que estuvo detenido el vehículo por semáforo o paso peatonal, la ruta del vehículo, el tiempo total perdido en la búsqueda de estacionamiento, las interacciones con otro vehículo o peatones (esto es, p.e. si tuvo que esperar por paso o choque) y la velocidad promedio utilizada en todo el recorrido.

Figura 4. Mapa de la ciudad caso de estudio zona centro, vista en SUMO.

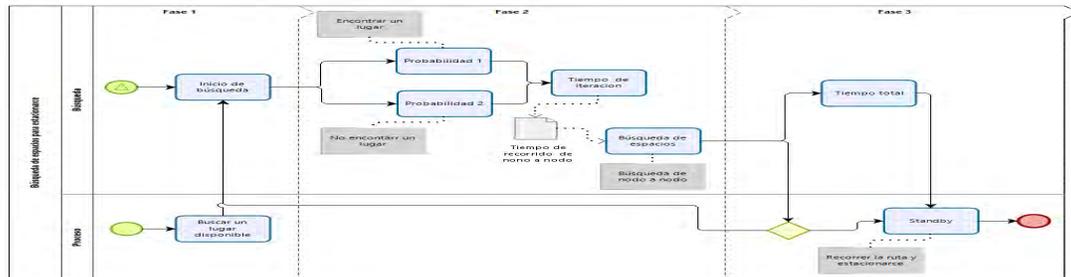


(fuente: elaboración propia)

Modelo del algoritmo y diseño de estados

Para representar el flujo general del algoritmo se ha utilizado un diagrama BPMN (de sus siglas en idioma inglés, Business Process Model and Notation), que se presenta en la figura 5.

Figura 5. Diagrama BPMN del flujo general del algoritmo de guía para estacionamiento

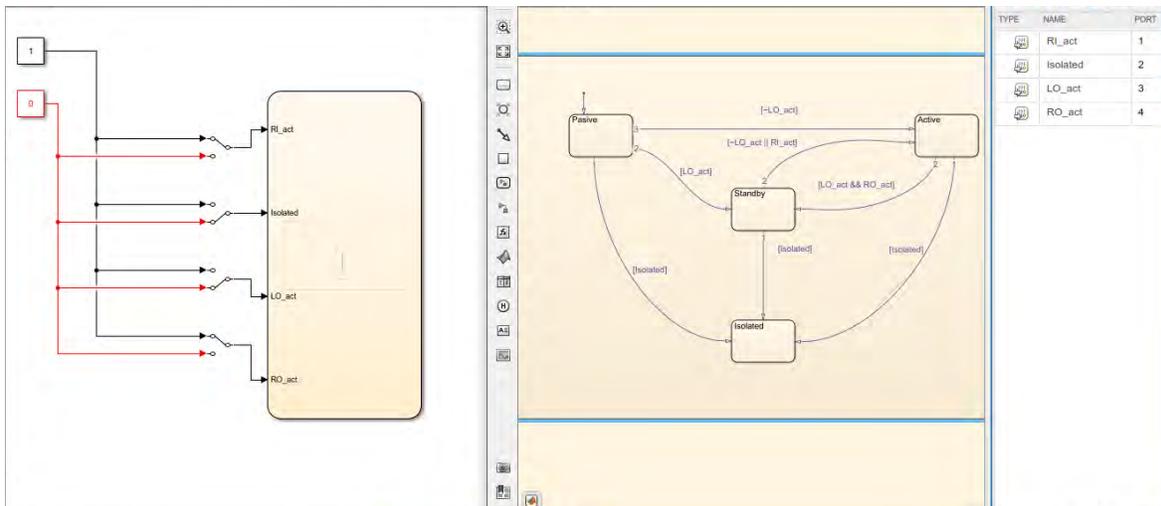


(FUENTE: Elaboración propia).

La fase 2 en el diagrama de procesos en el diagrama de la figura 5, es desarrollada por el algoritmo, que comprende toda la búsqueda y realiza el recorrido para encontrar los lugares disponibles en una zona urbana determinada, dando como resultado los lugares disponibles y el tiempo neto que un conductor se tardaría en llegar a ocupar algunos de estos lugares. Este algoritmo parte de la premisa principal de que cada segmento de calle debe ser recorrido comparando el primer nodo (segmento o cuadra) con el siguiente, tomando en consideración el tiempo de transición de un nodo a otro.

La figura 6 muestra el diagrama de flujo de estados (StateFlow) en los que se basa la simulación.

Figura 6. Diagrama de StateFlow.



(FUENTE: Elaboración propia)

En la parte izquierda del diagrama StateFlow, se presenta un componente conectado con entradas manuales (indicadas en color rojo), donde 1 es una entrada “Activa” o encendida (ON o True) y 0 es una entrada “Pasiva” o apagada (OFF o False), que están conectadas a cuatro variables de entrada:

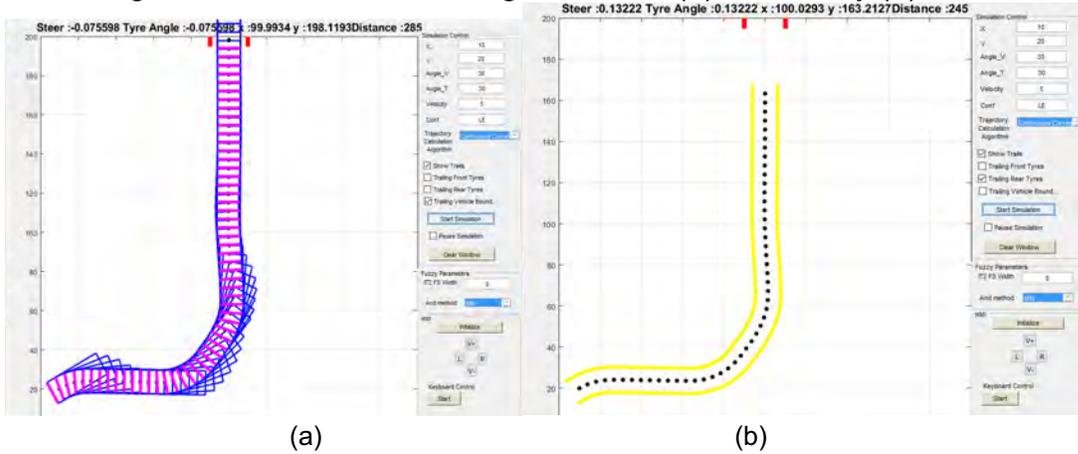
- RI_act: lote de estacionamiento no disponible.
- Isolated: aislado o no encontrado.
- LO_act: encontrar un lote de estacionamiento disponible.
- RO_act: lote de estacionamiento libre para estacionarse.
- En el interior del mismo componente, se presenta el diagrama de recorrido con eventos, donde tenemos cuatro estados:
 - Pause: Estado en el que inicia el evento de búsqueda.
 - Active: Estado donde se realiza la búsqueda de lugares disponibles.
 - Standby: Estado donde se ha encontrado el objetivo.
 - Isolated: Estado aislado o lote no encontrado.

- Para la transición de un estado a otro en la simulación se plantean los eventos, donde todo inicia en el estado de “Pause”, con tres eventos disponibles:
 1. Si no se ha encontrado un lugar disponible (-LO_act), entonces inicia la búsqueda hacia la ruta de un lote de estacionamiento disponible (se dirige de estado “Pasive” al estado “Active”).
 2. Si se ha encontrado un lugar disponible (LO_act), entonces se coloca en el lote encontrado (se dirige del estado “Pasive” al estado “Standby”).
 3. Si no se ha encontrado desde un inicio una ruta disponible (Isolated), pasa a un modo aislado no encontrado (pasa del estado “Pasive” al estado “Isolated”).
 4. Una vez que inicia la búsqueda en el estado “Active”, se presentan dos eventos:
 5. Si se ha encontrado un lote de estacionamiento y está disponible para su uso (LO_act && RO_act), entonces se podrá estacionar (pasa del estado “Active” al estado “Standby”).
 6. Si se ha realizado la búsqueda de toda el área, pero no se ha encontrado ni un lote disponible (Isolated), entonces pasa al modo aislado no encontrado (estado “Active” pasa al estado “Isolated”).
 7. Estando en el estado “Standby”, se presentan dos eventos más, los cuales son:
 8. Si no se encontró un lote libre para estacionarse o no está disponible (~LO_act || RI_act), entonces la búsqueda empieza de nuevo (va del estado “Standby” al estado “Active”).
 9. Caso contrario, de no encontrarse ningún lugar pasa del estado de “Standby” al estado “Isolated”.
 10. Cabe destacar que una vez que la búsqueda llega al estado “Isolated”, ya no tiene regreso, a menos que se dé inicio a la búsqueda en otra área urbana y que el usuario esté dispuesto a realizar el recorrido de nuevo.

Simulación y sus resultados

La simulación 2D fue integrándose con una estrategia incremental. Primero se implementó la ejecución de una ruta origen-destino a través de Simulink, aplicándose el stateflow descrito anteriormente, de forma síncrona y asíncrona, esto es, que se puede trazar una ruta previa al objeto que aún no esté en movimiento de manera asíncrona (figura 7b), y también con el trazo de ruta de navegación cuando el objeto está en movimiento de manera síncrona (figura 7a)

Figura 7. Simulación ruta origen-destino (a) síncrona y (b) asíncrona.



(FUENTE: Elaboración propia)

En tiempo de ejecución el vehículo sigue las rutas trazadas ya sea de manera síncrona o asíncrona, de la forma en que se muestra en la figura 8

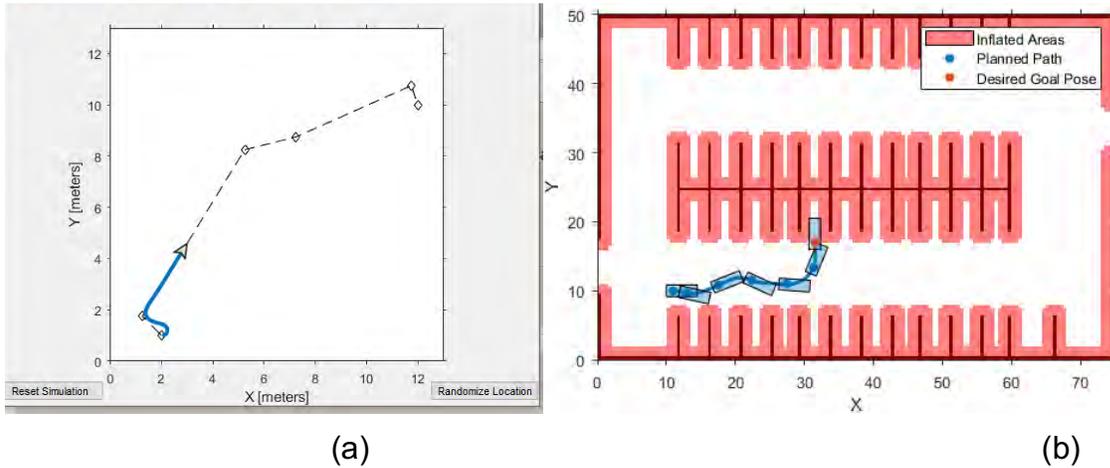
Figura 8. Auto en movimiento en tiempo de ejecución de la simulación



(FUENTE: Elaboración propia)

Posterior a esto se incorporó una simulación completa de rutas estáticas, incluyendo nodos de intersección, por ruta simple a la que se incorporan bloques o bahías de llegada (figura 9a y b).

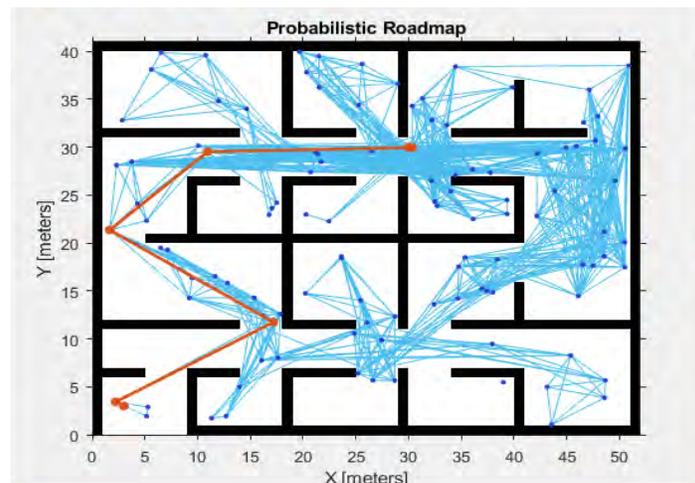
Figura 9. Rutas con recorrido (a) trazo de ruta con una matriz y (b) utilizando un mapa de bahías de llegada



(FUENTE: Elaboración propia)

Por último, se pasa la navegación estática a dinámica, creando una hoja PRM con una función de trazado compleja, estableciéndose 100 nodos, donde solo se presenta un inicio y un fin (start and goal), para que después el algoritmo identifique el trazado de las rutas posibles (en trazo de color azul) utilizando la conexión entre nodos, resultando en el trazado de la trayectoria óptima al objetivo deseado (señalada en color naranja), como se muestra en la figura 10.

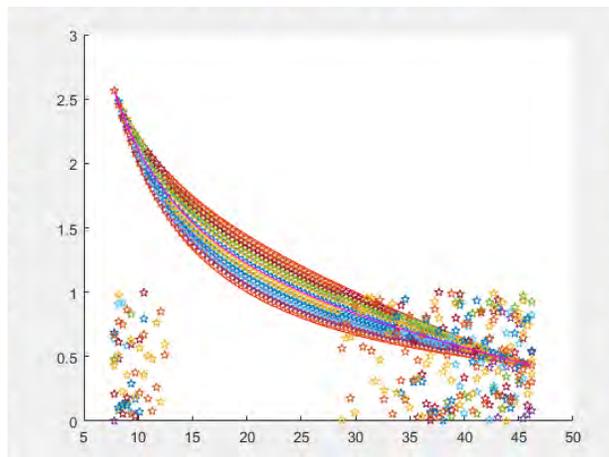
Figura 10. PRM y su implementación para rutas dinámicas



(FUENTE: Elaboración propia)

Para la realización de la búsqueda de los lugares de lotes de estacionamientos y segmentos de calles disponibles, el recorrido de la búsqueda se representa en una gráfica (implementación de la variable plot), como se muestra en la figura 11, donde va haciendo la comparación de dos funciones (las probabilidades del algoritmo inicial) por segmento de arco recorrido, comparado un segmento de otro.

Figura 11. Gráfica de recorrido entre nodos.

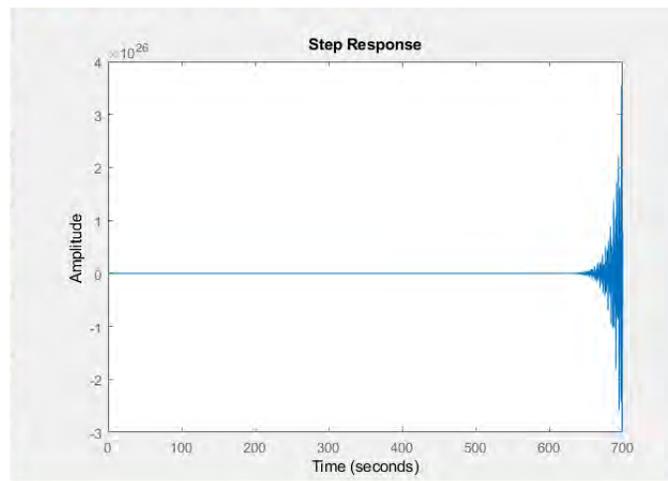


(FUENTE: Elaboración propia)

El recorrido de las funciones (donde se dan números aleatorios a la sumatoria de la matriz y a los mismos datos insertados de $m \times n$), se genera como se muestra en figura 12, donde se presenta una función de tiempo y expresada en segundos, una vez encontrados los nuevos lugares disponibles para estacionarse.

Cabe señalar que una vez obtenido el recorrido en función del tiempo (tiempo que tardaría en llegar al lugar disponible indicado), se da un margen de cuántos lugares se tienen a disposición para ser utilizados.

Figura 12. Gráfica de tiempo de recorrido



(FUENTE: Elaboración propia)

RESULTADOS

Hasta el momento se han incorporado los principales componentes de la simulación de la gestión de rutas sobre un algoritmo guía en la búsqueda de espacio de estacionamiento en la vía pública, aplicando los modelos encontrados en el estado del arte, los trabajos futuros incluyen: completar el modelo de simulación, recolectando información de campo para la construcción de los parámetros estadísticos propios del caso de estudio, hasta ahora manejados con valores aleatorios, y; validar la simulación.

Adicionalmente, la intención futura es utilizar esta base para comparar diferentes propuestas de algoritmos guía, en la búsqueda de una solución mejorada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benenson, I., Martens, K. y Birfir, S. (2008). PARKAGENT: an agent-based model of parking in the city. *Comput. Environ. Urban Syst.* 32 (6), pp. 431–439.
- Caicedo, F. (2010). Real-time parking information management to reduce search time, vehicle displacement and emissions. *Transport. Res. Part D: Transp. Environ.* 15 (4), 228–234.
- Caliskan, M., Barthels, A., Scheuermann, B. y Mauve, M. (2007). Predicting Parking Lot Occupancy in Vehicular Ad Hoc Networks. In: *IEEE 65th Conference on Vehicular Technology, 2007*. [SEP]
- Giuffrè, T., Siniscalchi, S.M. y Tesoriere, G. (2012). A novel architecture of parking management for smart cities. *Procedia – Soc. Behav. Sci.* 53, 16–28.
- Houissa, A., Barth, D., Nadège, F. y Mautor, T. (2017). Un algoritmo de aprendizaje para minimizar el tiempo de espera de encontrar un lugar de estacionamiento en el área urbana. In: *Simposio IEEE 2017 sobre Computadoras y Comunicaciones (ISCC), Heraklion, 2017*, pp. 29-32.
- Jun, X. y Yingyan, L. (2018). A Smart-phone Based Parking Guidance System with Predictive Parking Availability Information. *Transportation Research Board 97th Annual Meeting*. Location: Washington DC, United States. pp. 1-15
- Kitchenham, B., Brereton, P. Budgen, D., Turner, M., Bailey, J. y Linkman, S. 2009. Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51 (2009), pp. 7-15.
- Soup, D. (2007). Cruising for parking. *Access* 30, 16–22. [SEP]
- Thompson, R.G., Takada, K. y Kobayakawa, S. (2001). Optimisation of parking guidance and information systems display configurations. *Transport. Res. Part C: Emerg. Technol.* 9 (1), pp. 69–85. [SEP]
- Waterson, B.J., Hounsell, N.B. y Chatterjee, K. (2001). Quantifying the potential savings in travel time resulting from parking guidance systems – a simulation case study. *J. Oper. Res. Soc.* 52 (10), pp. 1067–1077.

ESTUDIO DE LA MADURACIÓN Y CALIDAD DEL TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM) MEDIANTE EL USO DE VISIÓN ARTIFICIAL Y UN SISTEMA CONTROLADO

MANUEL ALEXIS REYES VENEGAS¹, FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA²,
JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ RIVERA³, EDUARDO GAMERO INDA⁴

RESUMEN

El sector agroindustrial implementa nuevas tecnologías para la inspección en cultivos con agricultura protegida, con la finalidad de conocer su calidad. El desarrollo de este trabajo permite determinar la madurez del tomate (*Solanum lycopersicum*), mediante el uso de un sistema controlado de visión artificial. Para el estudio e identificación de la calidad del tomate son considerados el color, el tamaño y posibles irregularidades presentes a causa de un desarrollo anormal. El método de detección se realiza mediante el diseño de un algoritmo en Matlab, dos cámaras de alta resolución, un sistema controlado de posicionamiento y métodos estadísticos para determinar la eficacia del método propuesto. Las muestras de tomate son tomadas aleatoriamente desde la seleccionadora de tomate de la empresa “el ángel”. En el estudio se recopila toda la información eléctrica desde las señales medidas desde las cámaras de visión artificial con el propósito de llevar a cabo el procesamiento digital de imágenes donde son aplicadas técnicas de Adquisición, segmentación, procesamiento y análisis como fases de tratamiento y procesamiento. Estas técnicas permiten por medio de software eliminar espacios no deseados, permitiendo solamente identificar el objeto en zonas de interés para analizar las muestras y obtener su caracterización en función a su calidad.

Palabras clave: Invernadero, Tomate, visión artificial, sistema controlado.

1Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico De Durango. . rvmalexis@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico De Durango fgodinez@itdurango.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico De Durango. jamartinez@itdurango.edu.mx

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico De Durango. egamero@itdurango.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Una de las verduras más conocidas en todo el mundo y de mayor valor económico es el tomate. Su demanda se incrementa continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. México ocupa el décimo lugar en producción de tomate rojo a nivel mundial (FAO). El 75% de esta producción mundial de tomates son consumidos en forma procesada, la mayoría de los cuales son térmicamente procesados.

El tomate (*Solanum lycopersicum*) forma parte de la familia Solanáceas, es una planta perenne de porte arbustivo, cultivada anualmente, se despliega en forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). Su importancia en el contexto económico del país reside en la aportación de divisas y en la generación de empleos en todas y cada una de las fases de la cadena agroalimentaria. La variedad más significativa de tomate que se produce en México, es el tomate rojo saladette de Sinaloa, con un 40% de la producción total del país, seguido por Baja California Norte.

El estado de Durango produce poco menos de 32,000 toneladas de los cuales un alto porcentaje es cultivado en invernaderos con agricultura protegida para lograr controlar los factores de crecimiento más relevantes para definir su calidad. En el estado de Durango los principales productores son el municipio de Lerdo con 11,194 toneladas y el municipio de Tlahualilo con 5,850 toneladas, pero en la actualidad se ha incrementado su cultivo en zonas donde se aplica agricultura protegida.

Este trabajo de investigación pretende demostrar que es posible disminuir pérdidas por defecto, al momento de seleccionar su calidad mediante técnicas de visión artificial controlada, ya que en la actualidad las máquinas seleccionadoras de tomate, solamente identifican los factores de madurez por su tamaño y su color, pero no existe un método que permita identificar imperfecciones o deformaciones a causa de una mala polinización durante su desarrollo dentro del invernadero y que al momento de llegar a la etapa de selección la máquina automatizada no define su existencia, por este motivo este trabajo pretende dar valor agregado al producto

para que este pueda ser comercializado de mejor manera con respecto a los métodos tradicionales de clasificación.

Por esta razón, es transcendental determinar el grado de calidad mediante técnicas y métodos de vanguardia, que permitan determinar sus propiedades, así como otras características que definan su grado de madurez; para lograr este objetivo se diseñará un sistema de visión artificial controlado mediante sensores, procesadores y actuadores que permitan la manipulación, el procesamiento y la identificación por medio de cámaras de alta resolución y validar los resultados mediante análisis estadístico.

FUNDAMENTACIÓN

Realizando una indagatoria acerca de investigaciones y documentación previas disponibles acerca del estudio de la maduración en frutos y los diferentes métodos de obtención de muestras y análisis, se pueden enlistar algunos que se relacionan con el presente trabajo de investigación:

Estudios previos en visión artificial realizados por (García, 2012) han demostrado buenos resultados en el análisis y caracterización de superficies orgánicas por medio de visión artificial, mientras que (Figueredo Avila & Vallesteros Ricaurte, 2015) con su investigación han podido determinar de manera certera la madurez de las frutas por medio de procesamiento de imágenes y redes neuronales.

Diversos autores han utilizado la tecnología óptica como herramienta no destructiva para determinar diversos atributos físicos en el tomate. Por ejemplo, la tecnología NIRS (espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano) ha sido aplicada en la determinación de atributos de calidad interna, SST (sólidos solubles totales), y acidez compuesta por la acidez titulable y pH, principales parámetros relacionados con el sabor y con la calidad a percibir por los consumidores.

Recientes investigaciones han mostrado que los métodos que miden atributos internos como NIRS, arrojan más información de diversos parámetros en tomate y otras frutas que los métodos ópticos en el rango visible. Por ejemplo, Flores-Rojas (2009) ofrece una exhaustiva revisión de distintas investigaciones sobre la tecnología NIRS en frutas y hortalizas, en la detección de distintos parámetros de

calidad como acidez, SST, defectos internos, firmeza, color interno, glucosa, densidad, materia seca, fructosa, almidón, ácido cítrico, pH, daños internos, cantidad de agua, etc. se indican los parámetros de calidad más usados actualmente, su forma de medición y las frutas en que se miden. se muestra una lista de empresas que comercializan actualmente en el mundo, equipos para la selección automática de diversas frutas. (Rosario, 2010)

(Hassanien, Gaber, Mokhtar, & Hefny, 2017) hacen uso de un método basado en filtros Gabor que son especialmente efectivos para determinar la textura en objetos biológicos tales como las hojas de la planta de tomate y han sido ampliamente utilizados en biométrica y segmentación de imágenes ya que actúan como un filtro pasa banda sensible a la frecuencia y el espacio. En su trabajo, se describe una metodología muy similar a la implementada en esta investigación, obteniendo en la fase de adquisición de datos muestras varias en diferentes granjas de hojas de tomate infectadas utilizando una cámara Sony de 14 MP a una temperatura de entre 16 y 20°C para después realizar una etapa de pre-procesamiento en la cual se extrae el ruido blanco de las imágenes y se segmentan para realizar la etapa de filtrado y clasificación, obteniendo resultados satisfactorios en la detección de hojas infectadas que provocaban una baja producción en la cosecha de tomate.

Una vez realizada la revisión bibliográfica, se ha concluido que los aspectos más relevantes a considerar para la presente investigación en cuanto a procedimientos, metodología y análisis de resultados para determinar la calidad de los tomates a analizar son los presentes en la totalidad de los artículos, tesis e investigaciones que han sido consultadas, ya que proporcionan un punto de apoyo que sustenta la hipótesis planteada.

A continuación, se muestra una lista de propiedades físicas del tomate a analizar para determinar su maduración y calidad:

1. Coloración. Es importante tener la capacidad de determinar con precisión la saturación de color presente en las muestras de tomate a analizar y que no presente zonas con concentraciones de color anormales, cuyo objeto será precisar la maduración del tomate y la ausencia de enfermedades para determinar cómo se comercializará respecto a su vida de anaquel.

2. Análisis de características superficiales. Otro aspecto a considerar es el estado cuasi homogéneo de la superficie del tomate, dado que, si este presenta daños por golpes, enfermedades, mal manejo o deficiencias en su desarrollo presentará zonas no homogéneas o con una porción superficial con características diferentes.

DESARROLLO

Diseño del estudio.

El procesamiento digital de imágenes es un conjunto de técnicas aplicadas con el objetivo de mejorar la calidad de las mismas y facilitar la búsqueda y obtención de información, para llevar a cabo la caracterización del tomate, se procederá por medio de cuatro etapas definidas: Adquisición, segmentación, procesamiento y análisis.

El proceso para la caracterización del tomate empezará con la adquisición de las imágenes de las muestras en un ambiente controlado (Adquisición), se eliminará el ruido de la imagen y se mejorará la calidad (Pre procesamiento), posteriormente, por medio de software se eliminará el fondo para solo analizar la muestra de interés (Segmentación), una vez separada la muestra se procederá a el procesamiento de la imagen en color, contorno, superficie y luminosidad (Procesamiento), por último, se analizarán los resultados y se realiza la caracterización del tomate para determinar su calidad (Análisis).

Adquisición de imágenes.

El primer paso para la caracterización del tomate consistirá de la adquisición de imágenes, esta se realizará mediante un dispositivo que realiza la adquisición de imágenes de manera automática, en un ambiente controlado se colocará el tomate en el área designada del sistema, el cual cuenta con iluminación frontal y de fondo adaptables para que la iluminación entre toma de muestras sea lo más homogénea posible, una vez colocado el tomate, de forma automatizada se obtendrán 12 imágenes desde 6 diferentes ángulos (dos imágenes cada 60 grados de circunferencia del tomate) y 2 imágenes del pedículo para cada muestra de tomate

diariamente durante un mes por medio de una cámara de 8 Mega Píxeles, de 3264*2448, obteniendo una muestra de 14400 imágenes de la superficie del tomate y 2400 del pedículo.

Se elegirán 2 muestras de tomate en un nivel de maduración y calidad óptimos a los cuales se analizará primero con el objetivo de tener una muestra control, mientras que un total de 40 muestras de tomate serán escogidas aleatoriamente y serán conservadas en un ambiente controlado durante un mes para la adquisición de datos.

Pre procesamiento.

En esta etapa se mejorará la calidad de la imagen para resaltar las características que permitan una adecuada caracterización de las muestras, con el objetivo de eliminar el ruido, obtener un fondo homogéneo y resaltar las características del objeto de interés.

Las imágenes obtenidas serán importadas a MATLAB.

El primer paso será mejorar la adquisición de imagen, esto se debe a que la adquisición de imágenes en sí, es un proceso no determinista en la que interactúan diferentes causas aleatorias, por lo tanto se puede suponer que una imagen capturada resultante, $g(x,y)$ será el resultado de la suma entre la imagen ideal, $f(x,y)$, y el ruido blanco $r(x,y)$.

$$g(x, y) = f(x, y) + r(x, y)$$

Debido a que se tiene un ambiente controlado en iluminación y fondo, así como movimiento nulo en la adquisición de imágenes, se puede reducir la influencia del ruido en la muestra final a medida que se tomen más fotografías acercándose a la imagen ideal.

El ruido queda cancelado efectuando una ponderación de las imágenes, debido a que la suma de la variable aleatoria generada da origen a una nueva función de densidad probabilística de carácter normal de media nula y varianza decreciente con el número de muestras:

$$N\left(0, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

La ponderación de varias capturas tomadas consecutivamente reduce el ruido sin tener que utilizar un filtro, evitando así la pérdida de detalles finos.

SEGMENTACIÓN

En este proceso se identificarán las regiones que conforman la imagen para separar las regiones de interés del fondo utilizando la segmentación basada en thresholding, que consiste en segmentar los objetos sólidos que poseen un contraste diferente al contraste de fondo.

Para lograr esto, primero se tiene que convertir el fondo por lo cual lo más conveniente es asignarle un valor RGB de [0,0,0] a las secciones diferentes del objeto de interés, mientras que el objeto de interés será procesado con una ganancia de gamma de 1.2, para resaltar aún más su contorno y características superficiales facilitando el siguiente paso.

Para lograrlo, se efectuará un análisis de histograma de los canales de color de la imagen para separar el tomate (objeto de interés) del fondo de la imagen, encontrando un valor de umbral "T" que separe los grupos de valores.

Para cualquier punto (x,y) si $f(x,y) \geq T$ se asigna al objeto, de lo contrario, al fondo, es decir, además de asignarle un color negro (RGB [0,0,0]) se le asignará un valor de intensidad cero a todos los pixeles asignados como fondo.

PROCESAMIENTO

Una vez segmentada la imagen se procesará de 2 formas, la primera es en escala de grises, esto con el objetivo de analizar la superficie del tomate por medio de una matriz de co-ocurrencia para determinar las diferencias de contraste en la misma y localizar regiones con parámetros de textura diferentes o no homogéneos que indiquen posibles daños físicos en el tomate.

Por último, se separarán los componentes R, G y B de la imagen y se codificarán a escala de grises mediante el uso de un algoritmo en MATLAB para determinar el nivel de maduración del tomate con respecto a las muestras de control.

ANÁLISIS

Para determinar el nivel de maduración de las muestras, se comparará la saturación de píxeles rojos con respecto a los verdes, mientras que los azules se pueden despreciar, una vez obtenida esta relación, se puede hacer un análisis estadístico de cada muestra y se puede seguir su maduración a través del tiempo.

Para determinar si el tomate tiene algún daño físico o una forma irregular, se analizará la homogeneidad de la imagen, en caso de encontrar zonas irregulares, se procede a investigar la causa del defecto.

Por último, una vez obtenidos estos datos, se procederá a realizar un análisis estadístico de las características de las muestras de tomate para determinar la calidad de las mismas y la duración de anaquel en diferentes etapas de maduración.

RESULTADOS

Cada día se tomaron 2 imágenes mostradas en la figura 1 con un tiempo de diferencia de menos de 1 segundo cada 60° de rotación por tomate, haciendo un total de 12 imágenes diarias por tomate. En primera instancia se toma el par de imágenes tomada y se elimina el “ruido blanco”. Los tomates fueron mantenidos a una temperatura no mayor a 10°C y una iluminación regulada constante durante la totalidad de los días en los que se realizaron los análisis. Aunque a simple vista no se puede apreciar una mejora en la calidad de imagen mostrada en la figura 1, sin embargo, se obtiene una leve mejora en la nitidez la cual es útil para procesos posteriores en Matlab, sobre todo en la aplicación de filtros.

Figura 1. Imágenes obtenidas de un tomate en el mismo Angulo con 1 segundo de diferencia.



Figura 2. Imagen resultante después de restar el ruido blanco y combinar ambas imágenes



Una vez realizado el pre procesamiento de las imágenes, se procede a obtener el histograma de color para efectuar un reconocimiento de la frecuencia de aparición de color en los pixeles de la imagen, tal como se muestra en la figura 3 y figura 4.

Figura 3. Histograma correspondiente a un tomate maduro.

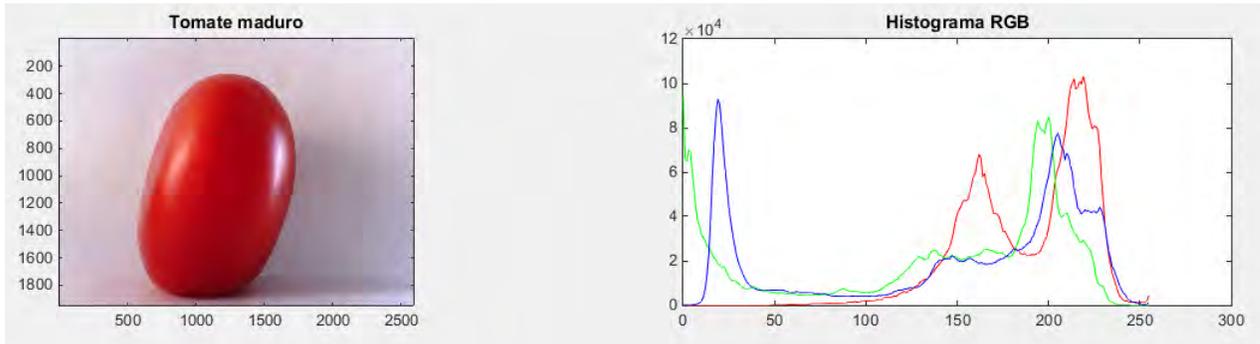
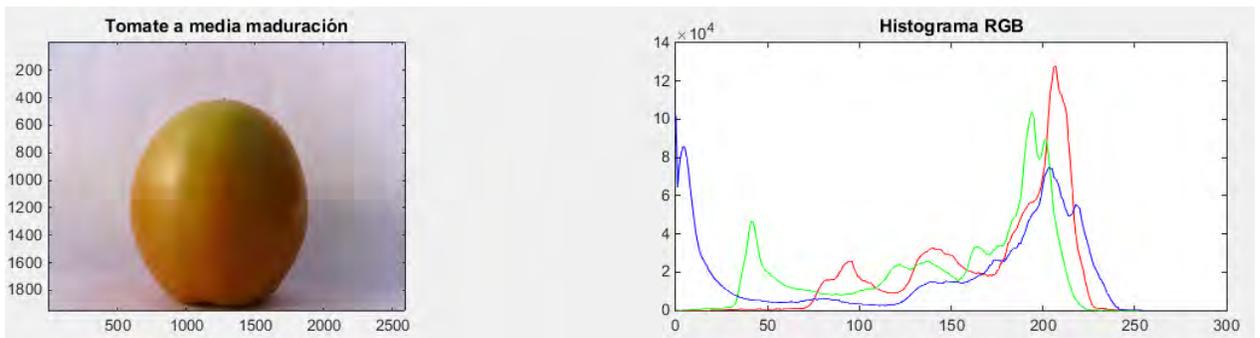


Figura 4. Histograma correspondiente a un tomate a media maduración.



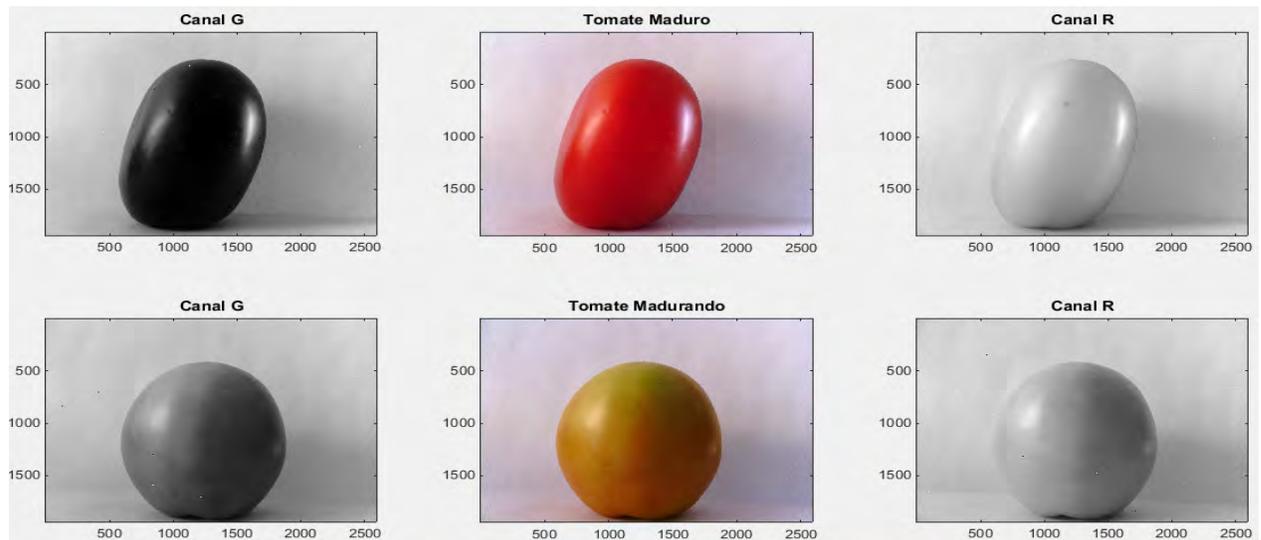
Como se puede observar en la figura 3, se tienen concentraciones más altas en el canal R lo que nos indica que hay zonas, en este caso del tomate con altos niveles de color rojo, indicando una mayor madurez, mientras que en la figura 4, la concentración de píxeles verdes y rojo es más homogénea, indicando que el tomate aún está a medio proceso de maduración. También se observa que el canal azul y el canal verde van muy relacionados entre sí, por lo cual para ahorrar tiempo de procesamiento se decidió solo procesar los colores rojo y verde. Para determinar el nivel de maduración del tomate, se compara la saturación del color rojo en comparación con el color verde, cuando la mayor parte de la superficie del tomate presenta una concentración en coloración roja se dice que está más maduro, mientras que entre mayor sea la concentración de color verde en la superficie del tomate más verde estará. En la tabla 1 se puede observar diferentes grados de maduración que tenían las muestras de tomates examinados.

Tabla 1. Grados de maduración en que se recolectaron los frutos evaluados de tomate.

Grado de madurez	Color (%)	
	Verde	Rojo
1	100	00
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	00	100

En la figura 5 se muestra la descomposición de los canales G y R de dos muestras de tomate distintas, la primera con una coloración roja de entre 98 y 100% (grado de madurez 4 - 5) y la segunda con una coloración roja de aproximadamente el 65% (grado de madurez 3) en ella se puede apreciar la falta de coloración verde en la primera muestra y saturaciones de intensidad de color más parecidas en la segunda imagen procesada, indicando que aún está en proceso de maduración.

Figura 5. Descomposición de las muestras en canales G y R para la evaluación de su grado de madurez



En la primera toma de muestras a los 40 tomates seleccionados al azar se obtuvieron los resultados enlistados en la tabla 2.

Tabla 2. Primer cálculo del grado de madurez de las muestras de tomate recolectadas.

Grado de madurez.	Total de muestras recolectadas.
1	19
2	15
3	6
4	0
5	0

Se registró el tiempo en el cual el tomate tardaba de pasar de los grados 1 al 4 de madurez al grado 5, los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Valores de límites superior e inferior para la totalidad de días que tardaron las muestras en madurar completamente.

Grado de maduración	Tiempo hasta maduración
1	19 – 22 días
2	14 – 16 días
3	7 – 9 días
4	5 – 8 días

Cabe mencionar que una vez que los tomates llegaban a su madurez completa, tenían un tiempo de vida de anaquel de entre 5 y 7 días antes de presentar pérdidas considerables de masa y degradación evidente en su superficie, sobre todo en las zonas donde algunas muestras habían sufrido algún daño al momento del transporte o cultivo y cambios en su textura al tacto.

CONCLUSIONES

El análisis muestra que la caracterización de las propiedades físicas del tomate pueden ser medidas, evaluadas y clasificadas a través de un sistema de visión artificial y procesamiento digital de imágenes, esto debido a que se obtuvieron resultados favorables en la determinación del cambio en la coloración de las muestras a través del tiempo, pudiendo ser analizado el proceso de maduración de las muestras para obtener el tiempo aproximado de vida de anaquel y el grado de calidad del producto.

Los datos obtenidos pueden ser utilizados como base para proyectos de clasificación y discriminación a futuro dado a que se pueden seleccionar límites de banda para las coloraciones que indican el nivel de maduración del tomate.

La implementación de este tipo de sistemas de inspección de calidad y clasificación por calidad aumentan el valor del producto, dado que aseguran una calidad homogénea según su clasificación y coloración reduciendo el error humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIEES. (2016). Panorama Agroalimentario - Tomate 2016. FIRA.
- Figueredo Avila, G. A., & Vallesteros Ricaurte, J. A. (2015). Identificación del estado de madurez de las frutas con redes neuronales artificiales. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- García, J. (2012). Informática. En J. García, Proyecto Adarve. Oxford Press.
- Gonzales, R., & Woods, R. (2006). Digital Image Processing (Third edition). New Jersey: Prentice Hall.
- Guadiana, C. d. (Mayo de 2018). Principales problemas presentes en el método de clasificación actual. (M. A. Reyes Venegas, Entrevistador) Durango, México.
- Hassanien, A. E., Gaber, T., Mokhtar, U., & Hefny, H. (2017). An improved moth flame optimization algorithm based on rough sets for. Science Direct, 86-96.
- IFAPA. (2012). Parámetros de calidad en tomate fresco. Córdoba, España: Junta de Andalucía.
- Israel, V. (2011). Aplicación del análisis de textura de imágenes para la caracterización cuantitativa de superficies biológicas. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Pajares, G., & Alegre, E. (2016). Conceptos y métodos de visión por computador. CEA.
- Peng, W., Toudeshiki, A., Tan, H., & Ehsani, R. (2018). A methodology for fresh tomato maturity detection using computer vision. Huazhong Agricultural University.
- Pérez Pérez, J., Saldaña Gonzalez, G., Estévez Carreon, J., Muñoz Hernandez, G., Gracios Marin, C., & Ramirez Palacios, V. (2014). Sistema de visión para determinar el grado de madurez del tomate. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad Tecnológica de Guadalajara.
- Rosario, O. (2010). Sistema para la Clasificación de Jitomates basado en metrología láser y algoritmos computacionales. León, Guanajuato, México.
- Secretaría de Agricultura, G. D. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017 - 2030. Ciudad de México, México. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf>
- Sulvaran, D. (2009). Conceptos fundamentales para el análisis estadístico de datos. Universidad Central de Venezuela.

GRANJAS SOLARES, BENEFICIO AMBIENTAL EN LA ZONA MAYA DE QUINTANA ROO.

MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA¹

RESUMEN

El presente documento expone el análisis de los diferentes datos que se han generado con el tiempo en relación con las ventajas y desventajas que lleva producir energía limpia como lo es la energía solar en granjas solares (fotovoltaicas), los diferentes casos son muy particulares en los diferentes Estados de la República Mexicana. La investigación descriptiva que se lleva a cabo, es para el análisis de diferentes casos, donde el objetivo es conocer el impacto ambiental que posiblemente se tendrá en las diversas zonas del Estado de Quintana Roo en la generación de este tipo de energías y si realmente es pertinente por las características económicas-ambientales, ya que como es conocido, el Estado es reconocido por la industria del turismo, no como industria energética. La falta de estudios de impacto socio ambiental en la región pone en duda su factibilidad a largo plazo en la zona donde se pretende construir una de las granjas fotovoltaicas. Se trata de un análisis descriptivo/relacional de una investigación documental que toma en consideración el estudio de viabilidad ambiental, irradiación de la zona, turismo, generación de energía en diferentes zonas de la República Mexicana con respecto a las nuevas tendencias en el sector energético, que se ubicara en la comunidad de Polyuc, Quintana Roo. El análisis se realizó usando cuadros comparativos de las ventajas y desventajas de cada uno de los elementos ya mencionados. Los resultados indican que la zona es muy buena para la generación de energía fotovoltaica, sin embargo, existen datos atípicos que apuntan a que puede existir un impacto negativo a largo plazo en la dimensión ambiental y ecoturísticas, por tal es conveniente que el gobierno del estado de Quintana Roo e instituciones encargadas de regular el impacto socio ambiental del estado inviertan más en investigación para

¹ Universidad de quintana roo / m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx

generar alternativas más eficientes que reduzca aún más el impacto ambiental que se tenga. Se establece la necesidad de llevar a cabo un análisis más minucioso, ya que los datos recabados no son concluyentes.

ABSTRACT

This document presents the analysis of the different data that have been generated over time in relation to the advantages and disadvantages of producing clean energy such as solar energy in solar farms (photovoltaic), the different cases are very particular in the different States of the Mexican Republic. The descriptive research that is carried out, is for the analysis of different cases, where the objective is to know the environmental impact that will possibly be had in the different zones of the State of Quintana Roo in the generation of this type of energies and if it really is relevant for the economic-environmental characteristics, since as it is known, the State is recognized by the tourism industry, not as an energy industry. The lack of socio-environmental impact studies in the region calls into question its long-term feasibility in the area where it is intended to build one of the photovoltaic farms. It is a descriptive / relational analysis of a documentary research that takes into consideration the study of environmental viability, irradiation of the area, tourism, energy generation in different areas of the Mexican Republic with respect to the new trends in the energy sector, that will be located in the community of Polyuc, Quintana Roo. The analysis was performed using comparative tables of the advantages and disadvantages of each of the aforementioned elements. The results indicate that the area is very good for the generation of photovoltaic energy, however, there are atypical data that suggest that there may be a long-term negative impact on the environmental and ecotourism dimension, so it is convenient that the state government of Quintana Roo and institutions in charge of regulating the socio-environmental impact of the state invest more in research to generate more efficient alternatives that further reduce the environmental impact. It establishes the need to carry out a more thorough analysis, since the data collected are not conclusive.

palabras clave: Energía solar (fotovoltaico), Radiación, Ambiente, Eco-turismo.

key words: Solar energy (photovoltaic), Radiation, Environment, Eco-tourism.

INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se compara algunos índices de impacto ambiental de los diferentes proyectos llevados a cabo en la República Mexicana en comparación con el nuevo proyecto de creación de una granja fotovoltaica en Polyuc, Quintana Roo (SIPSE, 2017), esto es para analizar la pertinencia de la creación de este tipo de industria en la zona donde se ubicara dicho proyecto; los datos que serán comparados con los siguientes documentos: “Parque solar del municipio de Matamoros, Coahuila 20 MW”, “Impacto de la generación eólica y solar en el sistema eléctrico Florido, Baja California”, “Construcción y operación de una granja para producción de energía solar fotovoltaica en el municipio de Sacalum, Yucatán” y “Construcción y operación de una granja para producción de energía solar en la comunidad de Polyuc, Quintana Roo, 30 MW”.

El uso de la energía eléctrica ha permitido el pronto desarrollo del entorno del hombre, donde la comodidad y la fácil adquisición de otros recursos por medio de este han sido sus principales beneficios, ya que sin esta, tal vez la tecnología no existiría en los niveles que existen actualmente, sin embargo, los beneficios que ha tenido como resultado la generación de la energía eléctrica ha cobrado una cuota alta al medio ambiente como al mismo ser humano.

La energía fotovoltaica es considerada como una de las energía renovable más recomendadas por su casi nulo desecho de contaminante o degradación al medio ambiente, se sabe que existen productos y servicios que han sido generados por este tipo de energía, dicha energía es considerada actualmente uno de las mejores o más factibles, pero como todo sistema abierto tiene un entorno la cual es afectado de forma indirecta como lo es la irradiación que emite este tipo de sistemas al medio ambiente, eco turismo, entre otras.

Como es conocido la economía del estado de Quintana Roo, es generada por la industria de los servicios como lo es el turismo (turismo alternativo, turismo ecológico, turismo sustentable, turismo de sol y mar, turismo nocturno, entre otros), dicho estado cuenta con diferentes riquezas naturales ubicadas a lo largo y ancho del estado que son complemento de su atractivo para el visitante extranjero, y uno de sus principales atractivos turísticos es su naturaleza. Quintana Roo es un estado

muy rico en playas, cenotes, lagunas, escalacmitas, escalactitas, flora y fauna las cuales les da un atractivo único al estado.

DESARROLLO DE LA TEORÍA

En el siguiente apartado se expone de manera sucinta los diferentes índices de valoración que han tomado en cuenta los diversos estudios que se han llevado a cabo en los diferentes Estados de la República, como lo es Sacalum, Yucatán; Matamoros, Coahuila; y Baja California Norte.

En la actualidad existen diferentes formas de generación de energía eléctrica como es la energía renovable como lo es la energía solar, la energía eólica, la energía de biomasa, entre otros; cada una con sus múltiples ventajas hacia el impacto ambiental por los insumos que requiere para la generación de energía eléctrica.

Existen tres formas para el aprovechamiento directo de la luz solar:

- 1.- Energía solar térmica: Placas térmicas expuestas al sol cuya misión es absorber la máxima temperatura posible para ser usada directamente cuando se requiera. Habitualmente esta temperatura sirve para calentar agua que se usa de forma directa.
- 2.- Energía fotovoltaica: placas fotovoltaicas expuestas al sol cuya misión es absorber el máximo número de fotones para que se transformen directamente en electricidad.
- 3.- Termo-solar: combinación de los anteriores. Consiste en calentar un fluido mediante la radiación solar para que genere vapor y usar éste para mover una turbina y generar electricidad (Neches, Ruth, 2010).

El sol es una fuente de energía limpia, inagotable y gratuita, el mayor potencial se concentra en el norte del país, donde la radiación es muy alta, aunque tres cuartas partes del territorio nacional son zonas con una insolación media de 5 KWh/m² o más al día, por lo tanto se puede considerar gran parte del país apto (CEPAL-GTZ, 2004).

La energía solar fotovoltaica, tiene como ventaja mantenimiento es prácticamente nula además de que se puede construir prácticamente a cualquier capacidad que se requiera. De tal forma se convierte en la energía renovable para todos los

segmentos. El ciudadano puede participar instalando en su propio techo la capacidad que necesite. La energía solar fotovoltaica a pequeña escala es la más limpia ya que es la que tiene menos impactos medioambientales y al mismo tiempo se genera donde se consume por lo que es la menor pérdida por transmisión. (Samuel Immanuel Brugger Jakob, 2011).

El principio de funcionamiento de una granja o parque solar responde al esquema donde el sistema fotovoltaico está formado por una serie de módulos (paneles solares) conectados eléctricamente entre sí que se encarga de transformar la energía solar en energía eléctrica, de esta manera se genera una corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos. Sin embargo, no es posible inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico a la red eléctrica, precisando ser transformada en corriente alterna para adaptarse a la misma. Esta corriente continua procedente del generador se conduce al inversor que, utilizando la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica, de este modo queda disponible para cualquier usuario. Un sistema fotovoltaico está conformado por: paneles solares fotovoltaico, inversores, tablero eléctrico, medidor de energía bidireccional, red eléctrica, sistema de monitoreo.

Algunas de sus ventajas y desventajas son:

VENTAJAS:

1. Se provee una energía limpia, renovable, infinita, silenciosa y no se emiten gases de efecto invernadero.
2. Como es provista por la naturaleza es gratis y abundante.
3. Su generación es posible en casi todo el planeta donde existe vida y brille el Sol.
4. Los costos de esta energía van en decremento o decrecimiento por lo que los hace ser una opción viable económicamente.
5. Los costos de operación y mantenimiento son relativamente baratos, al menos comparado con el de las centrales termoeléctricas.
6. Los parques fotovoltaicos (PFV) no tienen partes móviles, a no ser por los que tienen sistema de seguimiento solar, por lo que son menos propensos a roturas, y

requieren menos mantenimientos que otras fuentes renovables de energía como eólica e hidráulica.

7. Los PFV no producen ningún sonido en el proceso de producción de energía por lo que son ideales para las zonas urbanas.

8. Se componen de módulos lo que da la posibilidad de instalar PFV de pequeños tamaños adaptándolo a las necesidades del lugar de ubicación.

Sin embargo, el impacto ambiental de la energía fotovoltaica no puede considerarse nulo. Algunos de los problemas y los tipos de impactos ambientales que pueden influir de forma negativa en la percepción de las instalaciones fotovoltaicas por parte de la ciudadanía son los siguientes:

La contaminación que produce el proceso productivo de los componentes.

- La utilización del territorio.
- El impacto visual.
- El impacto sobre la flora y fauna.

La evaluación del impacto ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al que promueve un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente. (SEMARNAT, 2002).

La valoración del medio físico en sus elementos bióticos y abióticos, en un ámbito extenso y sustentado tanto en evidencias reportadas en la literatura especializada como en observaciones directas en campo. En esta etapa se incluye el estudio del medio social y económico de la zona donde se establecerá el proyecto o donde se desarrollará la actividad. (SEMARNAT, 2002)

“Los indicadores ambientales se usan como herramientas para el seguimiento del estado del medio en relación al desarrollo sostenible o posibles afectaciones ambientales”. (Organization for Economic Cooperation and Development, 1991)

Según la SEMARNAT, “ Los principales indicadores de impacto ambiental que se analizarán en el presente estudio son: Aire, Agua, Suelo, Flora y Fauna, Paisaje, Ruido y Calidad de vida”.

Los aspectos ambientales que incluye la legislación ambiental mexicana son: Aire y ruido, Agua, Suelo y subsuelo, Residuos, Energía, Recursos naturales, Vida silvestre, Recursos forestales, Riesgo ambiental, Gestión ambiental y Emergencias ambientales. (PROFEPA, 2017)

A continuación se describe cada uno de los índices ya mencionados:

Calidad del aire: esta se refiere al número de fuentes móviles, emisión de contaminantes, capacidad de dispersión de sus emisiones, sólidos en suspensión (movimiento de partículas).

Calidad del agua superficial y/o subterránea, los efectos más evidentes sobre la hidrología, no debe haber pérdida de superficies filtrantes por la ocupación de las obras, que se traduce en una disminución del volumen infiltrado durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el efecto de la infiltración de contaminantes o su presencia en los escurrimientos pluviales intermitentes que se encuentran en la zona de proyecto, puede ser significativo que durante la etapa de operación. Los residuos de petróleo y polvo, que pueden ser accidentalmente derramados o deliberadamente aplicados, tienen un efecto adverso directo sobre la calidad del agua e indirecto sobre los usos potable y agrícola, los cuales están estrechamente vinculados con la flora y la fauna, y como último eslabón de la cadena alimenticia, con el hombre.

Suelo, el principal indicador utilizado es la superficie de suelo afectado y el riesgo de erosión.

Vegetación, este índice es indispensable, sus indicadores de impactos reflejan claramente el impacto sobre el medio: pérdida de cobertura

Fauna, los principales indicadores son: Alteración del hábitat, especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgos de atropellamiento y de interés afectadas.

Ruidos y vibraciones, un indicador de impacto de este componente es el aumento en los niveles de percepción de ruido y movimientos originados por las actividades y su afectación en los humanos y la fauna.

Calidad visual (Paisaje), los indicadores de este elemento son: El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto,

“el área en el que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio”. (Abad Soria y García Quiroga, 2006)

Calidad de Vida, es un término que se ha desarrollado para indicar las características del medio socioeconómico de una determinada área, son distintos los indicadores para determinar este factor, pero destacan tres categorías de demandas vitales básicas: bienestar, oportunidad y entretenimiento, cada una se incluyen distintas dimensiones, como los siguientes; ingreso, vivienda, empleo, salud y bienestar, etc.

El Turismo ecológico o ecoturismo es un estilo del turismo alternativo diferente al turismo tradicional. Es un enfoque para las actividades turísticas en el cual se privilegia la sostenibilidad, la preservación, la apreciación del medio (tanto natural como cultural) que acoge y sensibiliza a los viajeros. (DAKAR SOLAR, 2017)

“Medio ambiente es el entorno que afecta a los seres vivos y que condiciona sus circunstancias vitales.” (DAKAR SOLAR, 2017).

La generación de energía fotovoltaica requiere de grandes extensiones de territorio ya que necesita aproximadamente de 20 a 35 metros cuadrados de instalación por cada MW de capacidad generado. Por tal se considera que el proyecto “Construcción y operación de una granja para producción de energía solar fotovoltaica la comunidad de Polyuc, Quintana Roo, 30 MW” no está bien ubicada, ya que se encuentra en una gran mancha de monte alto, donde habita variedad de flora y fauna que será afectada por el cambio de un ecosistema, que a largo plazo será afectada.

De acuerdo al diccionario solar:

Irradiancia: Es la densidad de potencia incidente por unidad de superficie, medida en W/m^2 . La irradiancia máxima del sol en la superficie de la tierra es aproximadamente del orden de $1\ 000\ W/m^2$. La irradiancia varía diariamente por efecto de la rotación de la tierra alcanzando su valor máximo en días despejados a mediodía solar. También varía estacionalmente.

Irradiación: Es la energía incidente por unidad de superficie en un determinado período de tiempo y se mide en $kW.h/m^2$.(aunque la irradiancia y la Irradiación son

magnitudes físicas distintas, coinciden numéricamente cuando la unidad de tiempo es la hora). Es habitual medir la irradiación sobre un plano horizontal (por motivos de convenio internacional). Su valor anual varía en función de la latitud del lugar, groseramente desde los 800 kW.h/m² en Escandinavia hasta los 2500 kW.h/m² en algunas zonas desérticas. La variación estacional (de enero a diciembre) puede variar entre un 25% para latitudes cercanas al ecuador hasta un factor 10 en lugares con latitudes elevadas (hacia el Norte o Sur del ecuador). Radiación directa: Es la radiación proveniente directamente del disco solar.

Radiación difusa: Corresponde a la radiación solar dispersada por los diferentes componentes de la atmósfera. Radiación reflejada: Es la radiación reflejada por el suelo (albedo).

Radiación Global: Es el resultado de la suma de todas ellas (cuando la medida de la radiación se realiza sobre una superficie horizontal no se tiene en cuenta la reflejada, en este caso a la suma de la directa y la difusa se la denomina Radiación global),

Radiación, emisión y propagación de energía electromagnética a través del espacio o de algún material. (Imagen 1 y 2).

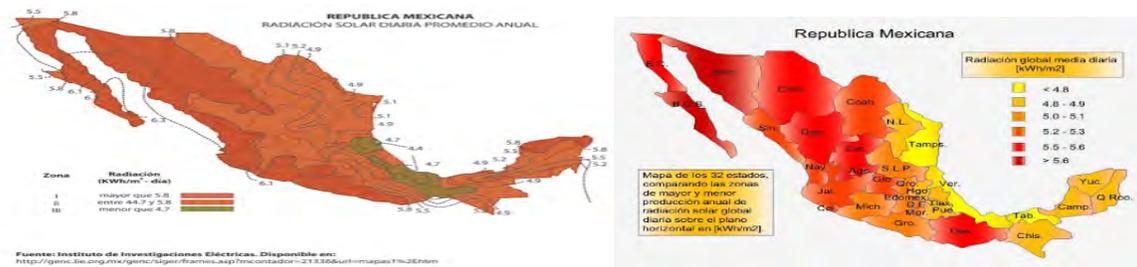
Irradiancia solar difusa, Irradiancia solar dispersada por la atmósfera que llega a la superficie terrestre.

Irradiancia solar directa, Irradiancia que no se dispersa por la atmósfera terrestre. Más precisamente es la densidad de flujo radiante proveniente del disco solar, tomado desde una pequeña región circunsolar en el cielo, que está dentro de un ángulo subtendido de 5 grados.

Imagen. 1.- Luz solar



Imagen. 2.- Radiación en la República



Ecología, rama de la biología que estudia las interrelaciones de los organismos con su medio ambiente, tomando en cuenta los factores físicos externos sobre dichos organismos.

Economía solar, término utilizado en economía para reemplazar combustibles fósiles por dispositivos solares.

Ecosistema, Organismos vivos en un determinado ambiente que lo modifican interactuando entre sí.

A continuación se presentara una tabla donde se hará la comparación del impacto ambiental que ha tenido los estados de Yucatán, Baja California Norte, Coahuila con respecto al estado de Quintana Roo, considerando que la ubicación de la granja solar que se construirá en el estado de Quintana Roo, será en el ejido de Polyuc, se localiza en el Municipio Felipe Carrillo Puerto del Estado de Quintana Roo México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud (dec): -88.562222 Latitud (dec): 19.610000. La localidad se encuentra a una mediana altura de 40 metros sobre el nivel del mar.

El parque fotovoltaico tendrá na potencia instalada de 30 Megawatts (MW), con una producción estimada de 46,891,766 kilowatts hora (kW/hr) con el fin de contribuir al abastecimiento de la demanda de energía eléctrica en la zona de Quintana Roo, a través de tecnologías renovables, a lo largo de 50 años; la superficie total del proyecto es de 1,192,186 metros cuadrados y se considera que realicen la remoción de vegetación en una superficie total de 415,742.170 metros cuadrados, para la

construcción e instalación de la infraestructura del parque, la superficie de vegetación forestal que será afectada corresponde a 222,348.640 metros cuadrados. (Mauricio Conde/SIPSE, 2017) .

La siguiente tabla es una tabla comparativa de afectación en los diferentes estados de la republica que ya se mencionado, las fuentes de información han sido: “Parque solar del municipio de Matamoros, Coahuila 20 MW ”, “ Impacto de la generación eólica y solar en el sistema eléctrico Florido, Baja California”, “ Construcción y operación de una granja para producción de energía solar fotovoltaica en el municipio de Sacalum, Yucatán” y “ Construcción y operación de una granja para producción de energía solar fotovoltaica la comunidad de Polyuc, Quintana Roo, 30 MW”.

Medio	Componente	Matamoros, Coahuila				Florido, Baja California				Sacalum, Yucatán				Polyuc, Quintana Roo			
		IMPORTANCIA															
		NEGATIVO				NEGATIVO				NEGATIVO				NEGATIVO			
		P	M	M	M	P	M	M	M	P	M	M	M	P	M	M	M
Físico	Aire	x						x			x				x		
	Ruido	x				x				x				x			
	Paisaje	x				x						x					x
	Suelo y sub-Suelo	x				x				x				x			
	Agua superficial		x				x				x				x		
	Agua subterránea		x				x				x				x		

Como pudimos analizar en el cuadro anterior el aire, ruido, suelo, agua, no tienen mucha diferencia con los demás estados donde se instalaron proyectos similares, pero en el paisaje, bióticos y calidad de vida, existe una diferencia tal vez no muy notoria por que dichos estados no tiene la actividad económica como lo tiene Quintana Roo.

En este sentido, no se pueden establecer conclusiones definitivas al respecto y se requiere llevar a cabo un análisis más profundo en la dimensión referida, debido a que no existe consistencia en los datos, pero si es de importancia tomar en cuenta la investigación profunda del impacto que pudiera tener este tipos de tecnologías en la zona maya, ya esta zona aún es muy rica en flora y fauna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Soria, J., & García Quiroga, F. (2006). Análisis y Valoración del Paisaje en las Sierras de la Paramera y la Serrota (Ávila). M+A. Revista Electrónica de Medioambiente. , 97-119.
- Ceballos-Lascuráin, H. (1998). Naturaleza y desarrollo sostenible. México: Diana.
- Dakar Solar. (Marzo de 2017). DAKAR SOLAR. COM. Obtenido de <http://dakar.com.mx/dakar.com.mx/index.php/es/fotovoltaicos/paneles-solares/radiacion-solar>
- Gilberto Chávez Leon. (2017). Aves de Quintana Roo. Obtenido de <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Forestales/article/view/1138>
- Jesús Vázquez. (11 de Septiembre de 2016). EL ECONOMISTA. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/estados/2016/09/11/niega-semarnat-permiso-parque-solar-bacalar>
- Mauricio Conde/SIPSE. (06 de Febrero de 2017). Novedades de Quintana Roo. Obtenido de Novedades de Quintana Roo: <http://sipse.com/novedades/tropiezan-las-energias-limpias-en-el-estado-energia-eolica-solar-proyectos-cozumel-cancun-241624.html>
- Olaso, R. N. (Junio de 2010). Nuevas oportunidades, la energía fotovoltaica. España, España.
- PROFEPA. (FEBRERO de 2017). PROFEPA.GOB.MX. Obtenido de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/26/1/guia_de_autoevaluacion_ambiental.pdf
- Romero, M. A. (2014). Estudio de Viabilidad, Instalación Solar Fotovoltaica de Evacuación a Red en Pinos Puente, Granada. Pinos Puente, Granada, Pinos Puente, Granada, España. Obtenido de http://www.gmmontes.es/wp-content/uploads/2014/01/Estudio_viabilidad.pdf
- S.C., C. E. (Junio de 2012). <http://sinat.semarnat.gob.mx>. Obtenido de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/yuc/estudios/2012/31 YU2012E0003.pdf>
- Samuel Immanuel Brugger Jakob. (Septiembre de 2011). Problemática institucional de las energías renovables en México. Problemática institucional de las energías renovables en México. Estado de México, México.
- SEMARNAT. (Agosto de 2002). Guía para la presentación de la manifestación de ambiental del sector Eléctrico Modalidad: particular.

METODOLOGÍAS ÁGILES EN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE GUBERNAMENTALES

YAZMÍN RUÍZ BONILLA¹, LIZBETH HERNÁNDEZ OLÁN², JESÚS DAVID ROSAS NÚÑEZ.³

RESUMEN

El contenido aborda los temas de metodologías de desarrollo y la eficiencia de estos métodos en la realización de proyectos de software gubernamentales, optando por una metodología ágil como base para la realización de proyectos de la misma índole.

En la actualidad los proyectos desarrollados por instituciones gubernamentales demandan una gran inversión en costos, una gestión adecuada eliminaría la prolongación en los tiempos de entrega reduciendo los costos. Estos proyectos se realizaban con metodologías tradicionales que funcionaron en su momento, sin embargo, ahora es primordial la satisfacción del cliente y la entrega incremental de software funcional en cortos lapsos de tiempo.

De forma específica se hace referencia a la metodología SCRUM para el desarrollo del módulo “Bandeja”, del proyecto de Trámites Docentes para la Secretaria de Educación de Veracruz y se realiza la mención de proyectos de software gubernamentales que se han desarrollado con metodologías ágiles.

Finalmente se establece una comparativa de las ventajas y desventajas de estas metodologías ágiles como innovación en el desarrollo de proyectos de software.

INTRODUCCION

La industria del software ha comenzado desde la década de los 40 y a través de los años se han realizado grandes avances, ya que se disponen de más lenguajes de programación mas sofisticados, procesos de desarrollo mas maduros, y las aplicaciones que se construyen actualmente son más completas.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. yruizb@itesco.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. lhernandezo@itesco.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. jesusdrosas96@gmail.com

A continuación, explicaremos la evolución del desarrollo de Software desde su nacimiento hasta la actualidad; según Boehm (2004), ha seguido un proceso de tesis, antítesis y síntesis que explica las diferentes propuestas y contrapropuestas que han sucedido a lo largo de los tiempos; haciendo énfasis en las nuevas necesidades que se han producido en la preparación de los profesionales.

Década de los 40 y 50

Los costos del hardware eran tremendamente superiores al del software, tenían una importancia relativa menor. Se consideraba que el software se podía desarrollar de la misma manera que se desarrollaba el hardware; y, de hecho, los primeros ingenieros que se encargaban del software eran los mismos que desarrollaban el hardware.

Década de los 60

Se destaca por sucesos importantes como las misiones de la NASA, provocando la diferencia entre el software y el hardware, tratándolos de maneras distintas a los de las décadas pasadas. En esta década se hacían notar los famosos “Códigos Espagueti”, que eran códigos difíciles de entender incluso para los creadores de estos, y la aparición de “Celebridades” que después de mucho tiempo trabajando sin dormir conseguían terminar el software requerido en los tiempos marcados. En el NASA/IEEE Software Engineering Workshop en 1966; y las conferencias de la OTAN en 1968 y 1969, se planteó el tema de la “Crisis del Software”, y se plantearon ideas importantes como la reutilización y arquitectura del software. El artículo “Go To Statement Considered Harmful” por Dijkstra (1968), impulsó el uso de la programación estructurada y en el congreso IFIP (International Federation for Information Processing) se utiliza por primera vez el concepto de “fábrica de Software”. Sin embargo, la formación que tienen los profesionales sigue siendo ad-hoc, se centra en los sistemas y en la programación, que en una forma de Ingeniería del Software.

Década de los 70

Las organizaciones empiezan a comprobar que los costos de crear un software superaban a los del hardware. Parnas (1972) propone la descomposición modular y el concepto de ocultamiento de la información (Information hiding), Chen (1976) el

modelo Entidad-Relación y Royce(1979) el modelo de ciclo de vida en cascada. La formación de los profesionales cambia, utilizando la Ingeniería de Software que se centraliza en las metodologías estructuradas (Warnier, Jackson, Myers, Yourdon y Constantine, Gane y Sarson, Demarco, SSADM, MERISE, etc.) que establecen un avance importante en el análisis y diseño de software.

Década de los 80

Osterweil (1987) impartió una plática en la International Conference on Software Engineering (ICSE) cuyo titulo fue “Software processes are software too” que dio inicio a una nueva forma de abordar los procesos de software. Los problemas de inconformidad de proceso se intentaron resolver con estándares como el DoD-STD-2167 o el MILSTD-1521B por parte del Departamento de Defensa de EEUU que, con el objetivo de mejorar la calidad de los sistemas y evaluar a sus proveedores, encargan al recientemente creado Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon, un modelo de madurez de la capacidad de software (SW-CMM) que desarrollaría Watts Humphrey en 1986. Grandes avances tecnológicos como la primera generación de herramientas CASE, y los lenguajes de programación orientados a objetos. Estos últimos habían tenido sus inicios en la década de los 70 pero su verdadero auge fue en esta década con la aparición de C++, Objective-C y Eiffel. La formación de los profesionales requiere el manejo adecuado de las herramientas CASE, comprender el cambio de paradigma que supone la programación orientado a objetos y adquirir conocimientos sobre los procesos de software y los modelos de madurez.

Década de los 90

Se desarrollan modelos que tienen relación con la mejora de procesos de software, como Ideal, TSP o PSP, así como normas y estándares de calidad como la ISO 9126, ISO 12207, ISO 9000-3, etc. Se consolida la orientación a objetos (OO) como base para el desarrollo de sistemas informáticos, apareciendo más de 100 metodologías, que dieron lugar a la aparición del Lenguaje de Modelado Unificado (UML) y el Proceso Unificado (UP). La formación de los profesionales requería adaptarse a los nuevos conocimientos y técnicas de sistemas orientados a objetos,

por tal motivo adquirirían las “Buenas Prácticas” para la correcta construcción del software.

Década de los 2000

Se firma el Manifiesto Ágil organizado por la Agile Alliance (2009) que representaba la simplificación de las metodologías existentes y en respuesta a los modelos pesados, tipo CMM, surgen los métodos híbridos, que buscan el equilibrio de estos, combinando la adaptabilidad de los ágiles con la formalidad y documentación de los métodos rigurosos. Se vive el auge de este tipo de métodos, especialmente de Scrum, y ha sido necesario entrenar a los ingenieros de Software con las metodologías ágiles. Se difunden las líneas o familias de productos de software y el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (DSDM), que enfocan al ingeniero en trabajos con modelos de alto nivel como elemento principal del desarrollo y mantenimiento de software. Surgen 2 ramas de la Ingeniería del Software: la Empírica (ESE) y la Basada en Evidencias (EBSE), que sentaron las bases para la experimentación y rigurosidad en Ingeniería del Software. La formación de los profesionales requería que manejaran temas como el Desarrollo Distribuido de Software, la comunicación inadecuada, diversidad cultural, gestión del conocimiento, entre otros.

Década de los 2010

Actualmente existe una mayor integración entre la Ingeniería del Software y la Ingeniería de Sistemas, destacando el papel de los requisitos no funcionales y la seguridad del sistema. En esta década se requiere un enfoque interdisciplinar (informática, marketing, gestión empresarial, ciencias cognitivas, derecho, etc.) a la hora de realizar el diseño del servicio. Se implementa el concepto de “Ingeniería del Software Continua” y su tecnología “DevOps”, que logran reducir el tiempo entre el compromiso de los cambios en el sistema y que se lleve a cabo la producción normal; lo que requiere que el un cambio en la cultura del desarrollo del proyecto para aceptar la responsabilidad compartida (entre desarrollo y operación) de entregar software de gran calidad al usuario final.

OBJETIVO

Informar de los beneficios que conlleva el utilizar una metodología ágil en proyectos de desarrollo de software gubernamental.

JUSTIFICACIÓN

Los clientes que contratan un servicio de desarrollo de software, plantean una serie de necesidades que no se adaptan a las metodologías tradicionales. A diferencia de las metodologías denominadas ágiles, que adaptan el proceso requerido por el cliente al desarrollo del software específico y que permiten fácilmente incorporar y contemplar cambios en los requisitos.

Letelier (2011), expone que el desarrollo de software mediante metodologías ágiles nos permite brindar soluciones de TI basadas en desarrollos iterativos, donde los requerimientos y soluciones están relacionados directamente con la colaboración entre el cliente, los desarrolladores y los usuarios finales.

Según Schuh (2007) nos menciona que la flexibilidad del desarrollo de proyectos y su gestión de forma ágil, las entregas tempranas del producto funcional ayudan a que el cliente puede empezar a rentabilizar rápidamente, lo cual permite el retorno temprano de la inversión.

Ktata & Lévesque (2010) argumentan que la documentación excesiva genera rechazo y dificultades en la eficacia de procesos en proyectos ágiles, no obstante, prescindir completamente de ella puede ser contraproducente, ya que facilita la historia y las métricas tomadas para hacer el seguimiento del proyecto y del producto.

El artículo de divulgación, tiene como propósito hacer consciencia en el uso de metodologías de desarrollo de software ágil, ya que estas técnicas permiten adaptarse al entorno en donde se requiere, contando con las necesidades y procesos del cliente. Según Nazareno et al. (2013) enfatizan la dificultad que pueda tener el proceso de calidad en un proyecto desarrollado bajo metodologías ágiles. En este caso se utiliza como referencia un proyecto realizado en Scrum, siendo una de las metodologías de mayor aceptación entre las técnicas ágiles.

Tabla comparativa

En la Tabla 1 podemos argumentar las ventajas y desventajas que se pueden observar al utilizar metodologías ágiles en proyectos de desarrollo de software.

Tabla 7. Análisis de las metodologías ágiles

Ventajas	Desventajas
Entregables en tiempo y forma, se puede ir enviando entregables al cliente mientras se va atacando los objetivos mas sencillos, eso hace ganar tiempo para atacar objetivos más complejos.	Si una persona renuncia o hay algún cambio en el personal, es complicado remplazar ese rol ya que este elemento se lleva el conocimiento específico y afecta a todo el proyecto.
Programación organizada.	Respetan mucho el tiempo para desarrollar el proyecto, al más mínimo desfase en los tiempos podría generar una alta penalización.
Satisfacción entre el usuario, el desarrollador y el usuario final.	
Manejo de versiones.	
Implementan una forma de trabajo donde se adapte fácilmente a las circunstancias.	Necesita información rápida y puntual de los requisitos, del diseño y de las estimaciones.
Trabajan de forma disciplinada, asignando tareas y responsabilidades dentro del proyecto a desarrollar.	•No es aplicable a grandes escalas o cuando el sector IT es variado.
Reducción de costos y de tiempo en la entrega del proyecto.	

DESARROLLO

A continuación, se presentan 4 artículos que tienen relación con el uso de metodologías ágiles en el desarrollo de proyectos de software gubernamental a nivel nacional e internacional:

1.- Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de Soft computing.

Desarrollar proyectos de software con alta calidad del producto final, de bajo costo, mínimo de esfuerzo y entrega en tiempo, depende en gran medida de las actividades que conllevan a su construcción, donde la selección de la metodología adecuada juega un papel clave para el éxito del proyecto. La diversidad de los proyectos de software existentes, las habilidades que los evaluadores tienen de manejar la incertidumbre y la ambigüedad en la evaluación de los contextos sobre ellos, agregan un elevado nivel de subjetividad en el análisis de la información para la toma de decisión sobre la metodología a usar para los proyectos. En este trabajo se presenta un modelo para la toma de decisiones en escenarios de evaluación y selección entre las metodologías de desarrollo de software ágil o formal, donde existe imprecisión en el análisis de la información por parte de los expertos basado en técnicas de soft computing.

La selección de la metodología a introducir en una organización para el desarrollo de diferentes tipos de proyectos o programas de proyectos no puede ser hecha de forma empírica o por la popularidad de determinado grupo de metodologías, pues, esa práctica puede afectar en la calidad del producto a desarrollar, en el tiempo de desarrollo, y en el costo del mismo. Cada programa de proyectos o determinado proyecto se va ajustando al tipo de metodología de desarrollo de acuerdo a condiciones existentes y el entorno organizacional. Hoy puede ser factible utilizar una metodología, pero en el futuro la organización puede estar más bien preparada para aplicar otro tipo de metodología para el mismo tipo de proyecto.

Con la aplicación de la propuesta los directores y administradores de proyectos cuentan con una herramienta para tomar decisiones basadas en las técnicas de computación con palabras. Los resultados finales de este análisis cualitativo mejoran la precisión en la evaluación de las tres variables fundamentales de un proyecto: tiempo, costo y calidad.

2.- El gobierno electrónico en México.

Al momento de realizar un trámite administrativo, todo ciudadano piensa en lo siguiente: pérdida de tiempo, pérdida de esfuerzo y, quizá lo principal, la pérdida de la satisfacción de su necesidad. Durante mucho tiempo este tipo de prácticas dentro de la administración pública en México se habían venido suscitando, esto

obviamente lo único que generaba era que no existiera una participación por parte de la ciudadanía en la realización de dichos trámites y, en consecuencia, una desconfianza hacia el Gobierno, además de que en algunas ocasiones se producía un gasto extra en el ciudadano al tener que realizar prácticas corruptas con el fin de que dicho trámite se hiciera de la forma más rápida y con buenos resultados. Todo lo anteriormente descrito, aunado al acelerado desarrollo tecnológico en los medios de comunicación y el uso de Internet, han sido motivos suficientes para que México incorporara dentro de la administración pública el uso de las nuevas tecnologías. La finalidad principal de la administración pública como organización es la de llevar a cabo la acción continúa encaminada a la satisfacción de las necesidades de interés público con elementos tales como un personal técnico preparado, un patrimonio adecuado y mediante procedimientos administrativos idóneos o con el uso, en caso necesario, de las prerrogativas del poder público que aseguren el interés estatal y el derecho de los particulares (Rojas, 1976). Ésta sigue siendo una definición muy utilizada por un número considerable de estudiosos del derecho administrativo al tener los elementos básicos de la administración pública; sin embargo, habría que agregar que toda esta actividad la hará con apoyo de las nuevas tecnologías.

Con todo lo anterior podemos afirmar que el uso de las nuevas tecnologías de la información y el conocimiento aplicadas en la administración pública, no sólo mejoran la calidad de vida de los ciudadanos en la realización de trámites, sino que además le permiten, de una manera rápida, eficaz, eficiente y segura, el acceso a información pública, logrando con ello la existencia de transparencia de los actos del Estado, asegurando así una mayor participación ciudadana. Pero esto sólo mejorará en la medida en que se siga teniendo una infraestructura tecnológica que lo permita, y a la par de ello exista una sociedad y funcionarios públicos preparados para su operatividad. De esta manera seguiremos cambiando el sistema burocrático tradicional, a una administración pública moderna de calidad en México.

3.- Análisis de aplicaciones empleando la computación en la nube de tipo PaaS y la metodología ágil Scrum.

Las metodologías tradicionales no son totalmente adecuadas para todos los desarrollos de software. Las razones son diversas, pero quizá las principales son la falta de flexibilidad de su proceso de desarrollo y la necesidad de generar una cantidad excesiva de documentación (SalesForce, 2011).

En resumen, el proceso adecuado para este tipo de desarrollo de software es un proceso ágil, iterativo e incremental; es decir, un proceso que se adapte al desarrollo de los diferentes tipos de aplicaciones web, permitiendo la incorporación de nuevos requisitos y sin exigir una excesiva generación de documentación.

Pero para gran parte de su historia, al desarrollo ágil le falta un componente fundamental: una plataforma de desarrollo que apoye los ciclos de desarrollo rápido que hace la metodología de trabajo. En los entornos tradicionales de software, la distribución de software nuevo requiere de parches, reinstalación, y la ayuda del equipo de apoyo. En tal ambiente, meses o incluso años son necesarios para obtener una nueva distribución en manos de los usuarios. La incorporación de sus comentarios en la próxima versión requiere de tiempos incomparables.

Es aquí donde la computación en la nube de tipo PaaS hace una diferencia sustancial, eliminando los engorrosos requisitos de distribución que puede aletargar el desarrollo ágil. No hay parches para distribuir y no son necesarias las reinstalaciones. Con la computación en la nube las nuevas distribuciones están instaladas en servidores alojados y puestos a disposición de los usuarios inmediatamente. Como resultado, es posible que la aplicación que se ejecuta hoy, se haya modificado la noche anterior. Podemos decir que la computación en la nube es el ambiente ideal para el desarrollo ágil. Le permite obtener una funcionalidad valiosa a sus clientes de forma rápida, recoger información inmediata y realizar cambios rápidos basados en la retroalimentación. Este ciclo de desarrollo rápido, es una ventaja inherente de la computación en la nube, es imposible implementar en el modelo tradicional de desarrollo debido a los altos costos de distribución.

Los procesos que se han seguido con la metodología ágil Scrum son una recopilación de varios autores, puesto que este tipo de metodología no tiene un estándar a seguir, cada equipo se acopla de una manera más novedosa y

productiva según las necesidades que presente la situación y precisamente esa es la clave de su éxito.

El uso de la tecnología Windows Azure como computación en la nube de tipo plataforma como servicio (PaaS), ha sido un gran facilitador por dos razones principales: primero, la plataforma de programación .net se ha acoplado sin presentar ninguna dificultad a lo largo del desarrollo, y segundo, la base de datos SQL Azure presenta una interfaz de usuario muy amigable para el programador, sin previo entrenamiento el avance del desarrollo fue inmediato.

En la solución presentada se observa que los resultados concuerdas con los objetivos planteados al inicio del desarrollo. Existe una disminución en el tiempo de desarrollo en un porcentaje de 75% (de 2 meses a 2 semanas) y una reducción aproximada en el costo de desarrollo de 65% (de \$13000.00 a \$4300.00). Esto concluye que el desarrollo de aplicaciones en la nube con metodologías ágiles disminuye el tiempo de desarrollo y reduce los costos de su realización.

4.- Desarrollo del Módulo Bandejas para el Modelo de Oficina Virtual de la SEV

La Secretaria de Educación de Veracruz (SEV), ubicada en la ciudad de Xalapa en Veracruz, México, es la dependencia responsable de coordinar la política educativa del Estado y organizar el Sistema Educativo Estatal en todos sus niveles y modalidades, una de las funcionalidades que tiene esta organización publica, es la de los tramites y servicios que esta ofrece a los docentes de todo es estado; el inconveniente de estos trámites y servicios es su seguimiento, ya que para solicitar uno es necesario viajar hasta dicha ciudad y proceder con el trámite. Esto conlleva ciertos gastos económicos para los solicitantes de los tramites y servicios.

Con la implementación de un sistema que pueda agilizar y depurar los tramites de los servicios primordiales a los docentes se obtendrá mejoras en los tiempos de respuesta, así como su eficiencia en líneas de espera, obteniendo así mejores números positivos y disminuyendo los negativos. Este sistema a desarrollarse tendrá un tiempo estimado de 9 meses en los cuales se realizarán dos entregas, en cada entrega se verificará que los entregables sean los correctos tal como se establezca en el plan de trabajo. Tomando como importante la realización de pruebas de diversos tipos (unitarias, funcionales y de integración) al sistema se

podrá analizar los diferentes escenarios en los cuales los usuarios estén involucrados en buenas y malas condiciones. Con este simple objetivo podemos saber que tan eficiente es el sistema y los posibles fallos, errores o amenazas que puedan detener la ejecución de nuestra herramienta.

El entorno dinámico de las organizaciones consumidoras de software, el aumento de oferta de productos de calidad y el incremento de proveedores de servicios informáticos, han llevado a los usuarios de los productos de software a convertirse en agentes activos del proceso de desarrollo de software sacando máximo provecho de las aplicaciones, realizando críticas sobre el desempeño, y sobre todo forzando a los productores a desarrollar aplicativos más eficientes, con mayor funcionalidad y sobre todo, productos de mejor calidad.

La metodología propuesta es un paso importante hacia el mejoramiento de los productos desarrollados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Todo este trabajo se realiza con el fin de garantizar que las futuras aplicaciones desarrolladas y probadas bajo la metodología propuesta alcancen un nivel de calidad competitivo respecto a los estándares mundiales vigentes sobre el tema, cumpliendo y sobrepasando las expectativas de los usuarios y clientes de dichas aplicaciones.

CONCLUSIONES

Después de realizar una extensa investigación, llegamos a la conclusión que un proyecto será exitoso llevando una planeación eficaz optando por una metodología que se agilice en el proceso y sea capaz de adaptarse a las necesidades que tengan el usuario, el desarrollador y el usuario final. El uso de metodologías ágiles trae grandes beneficios al usuario como adaptarse a cambios durante el proyecto, el cliente es parte del equipo, reducción de costos, reducción de tiempo en desarrollo y una organización de equipos eficaz para el desarrollo del proyecto.

Mi experiencia al utilizar una metodología ágil (SCRUM) dentro del proyecto “Ventanilla Única” SEV-CONACYT fue una de las decisiones más correctas dentro de este. Desde la recolección de los datos, el análisis y diseño del portal, la creación de equipos con un rol y actividades específicas, la comunicación entre grupos de

trabajo, el manejo de pruebas al sistema hasta la implementación de esta cada una de esas fases se planeó en tiempo y se fueron concretando correctamente a lo planeado. Mejoramos uno de los grandes procesos en el sector educativo de Xalapa y solo quedamos a esperar los resultados después de cierto tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agile Alliance. (12 de Febrero de 2001). Manifiesto Ágil. Obtenido de <https://www.agilealliance.org/wp-content/uploads/2017/10/Agile-Manifiesto-Color.pdf?manifiesto-download>
- Arana López, L. M., Ruiz Rivera, M. E., & La Serna Palomino, N. (2015). Análisis de aplicaciones empleando la computación en la nube de tipo PaaS y la metodología ágil Scrum. Obtenido de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81642256017>
- Boaventura José, C., Peña Herrera, E., Verdecia Vicet, P., & Fustiel Alvarez, Y. (2016). Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de soft computing. Obtenido de Revista Cubana de Ciencias Informáticas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992016000500011&lng=es&tlng=es
- Boehm, B., & Turner, R. (2004). Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed. Boston: Addison Wesley Professional.
- Chen, P. P.-S. (1976). The Entity-Relationship Model--Toward a Unified View of Data. ACM-Press.
- Dijkstra, E. W. (1968). Go To Statement Considered Harmful. Communications of the ACM, 147-148.
- Ktata, O., & Lévesque, G. (2010). Designing and Implementing a Measurement Program for Scrum Teams: What do agile developers really need and want? Obtenido de <http://doi.org/10.1145/1822327.1822341>
- Letelier, P. (2011). Metodologías Ágiles para el Desarrollo de Software. Alicante: Grupo ISSI.
- Mercado Ramos, V., Zapata, J., & Ceballos, Y. (2015). Herramientas y buenas prácticas para el aseguramiento de calidad de software con metodologías ágiles. Obtenido de Rev. Investig. Desarro. Innov. Vol. 6, No. 1 : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6763102>
- Naur, P., & Randell, B. (1968). Software Engineering: Report of a conference. NATO Science Committee. Garmisch.
- Nazareno, R. L. (2013). Trazabilidad de Procesos Ágiles : un Modelo para la Trazabilidad de Procesos Scrum. Buenos Aires: XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- Osterweil, L. (1987). Software processes are software too. California: ICSE '87 Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering .
- Parnas, D. L. (1972). On the Criteria To Be Used in Decomposing Systems into Modules". Communications of the ACM, 1053–1058.
- Piattini Velthuis, M. (7 de 12 de 2016). SEDECI. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/57358>

Royce, W. W. (1970). Managing the Development of Large Software Systems. Los Angeles: IEEE WESCON 26.

SalesForce. (2011). Agile Development Meets Cloud Computing for Extraordinary Results at SalesForce.com. Obtenido de http://www.developerforce.com/media/ForcedotcomBookLibrary/WP_Agile_112608.pdf

Schuh, P. (Noviembre de 2014). Agile Configuration Management for Large Organizations. Obtenido de <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/mar07/schuh/>

DISEÑO DE UN OBJETO IOT CON SOPORTE PARA INTERFACES WEB PARA APLICACIONES EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN.

JESÚS BOJORQUEZ DELGADO¹, GILBERTO BOJORQUEZ DELGADO², MANUEL ALFREDO FLORES ROSALES³

RESUMEN:

La agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor. Las tecnologías aplicadas a la agricultura de precisión han evolucionado a través de los avances de las telecomunicaciones inalámbricas, el desarrollo de dispositivos microelectrónicos y la implementación de Internet de las cosas. El presente trabajo muestra el diseño de un nodo IoT para ser usado en agricultura de precisión, contiene 4 bloques, el de interfaz de transductor, el modelo objeto, el access point, y el de interfaz de comunicación el cual recibe conexiones mediante el protocolo MQTT y señales analógicas. El bloque de aplicación contiene las clases y la arquitectura del objeto.

Palabras clave: Internet de las cosas, Agricultura de precisión, Raspberry Pi Zero W.

INTRODUCCIÓN

La agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor, así como más materias primas para un mercado de la bioenergía potencialmente enorme, y ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles y adaptarse al cambio climático [1]. La agricultura moderna necesita herramientas y tecnologías que puedan mejorar la eficiencia de

1 Tecnológico Nacional de México./ Instituto Tecnológico Superior de Guasave itsg.jbojorquez@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México./ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. itsg.gbojorquez@gmail.com

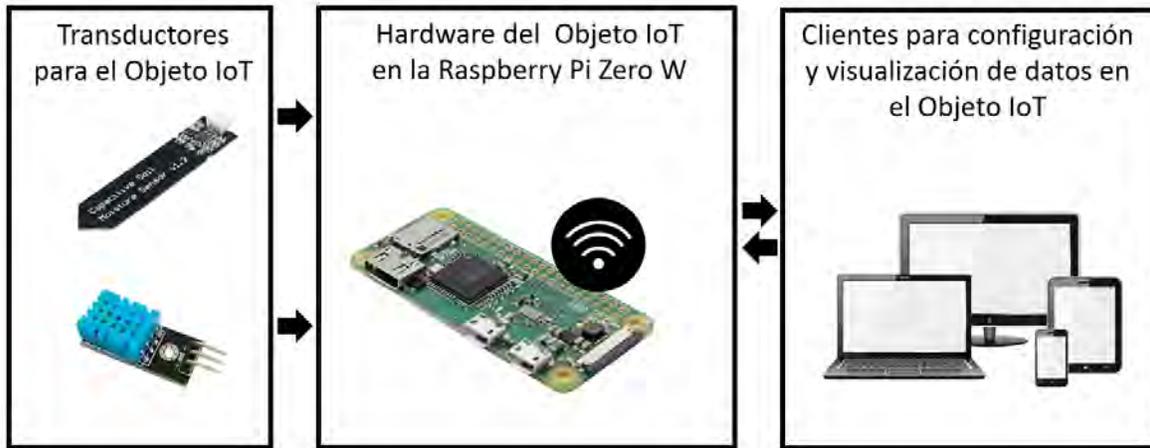
3 Tecnológico Nacional de México./ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. itsg.mflores@gmail.com

la producción, la calidad del producto, las operaciones posteriores a la cosecha y reducir su impacto ambiental. La automatización en la agricultura produce una contribución fundamental a lo que ahora se conoce como agricultura de precisión [2]. La agricultura de precisión representa una técnica innovadora que facilita la toma de decisiones en relación a las acciones que ameritan los cultivos para obtener mayores beneficios económicos y a la vez minimizar su impacto medioambiental, tal como aplicar la cantidad correcta de insumos (agua, fertilizantes, pesticidas, etc.) en el lugar correcto y en el momento adecuado para mejorar la producción y mejorar la calidad, al tiempo que protege el medio ambiente [3]. Las tecnologías aplicadas a la agricultura de precisión han evolucionado a través de los avances de las telecomunicaciones inalámbricas, el desarrollo de dispositivos micro electrónicos y la implementación de Internet of Things (IoT) en grandes escalas, las aplicaciones basadas en IoT se estudian y explotan actualmente en muchos sectores, como el cuidado de la salud [4,5], Vehículos autónomos [6] y monitoreo ambiental (por ejemplo, aire [7], agua [8] y monitoreo de incendios [9-11]). Sin embargo, aún falta mucho trabajo que realizar en optimización y desarrollo de tecnología IoT para la agricultura de precisión, Por lo cual se propone el diseño de un Objeto IoT el cual contiene 4 bloques, el de interfaz de transductor, el modelo objeto, el access point, y el de Interfaz de comunicación que recibe conexiones mediante el protocolo MQTT y señales analógicas. El bloque de aplicación contiene las clases y la arquitectura del objeto.

MATERIALES Y MÉTODOS

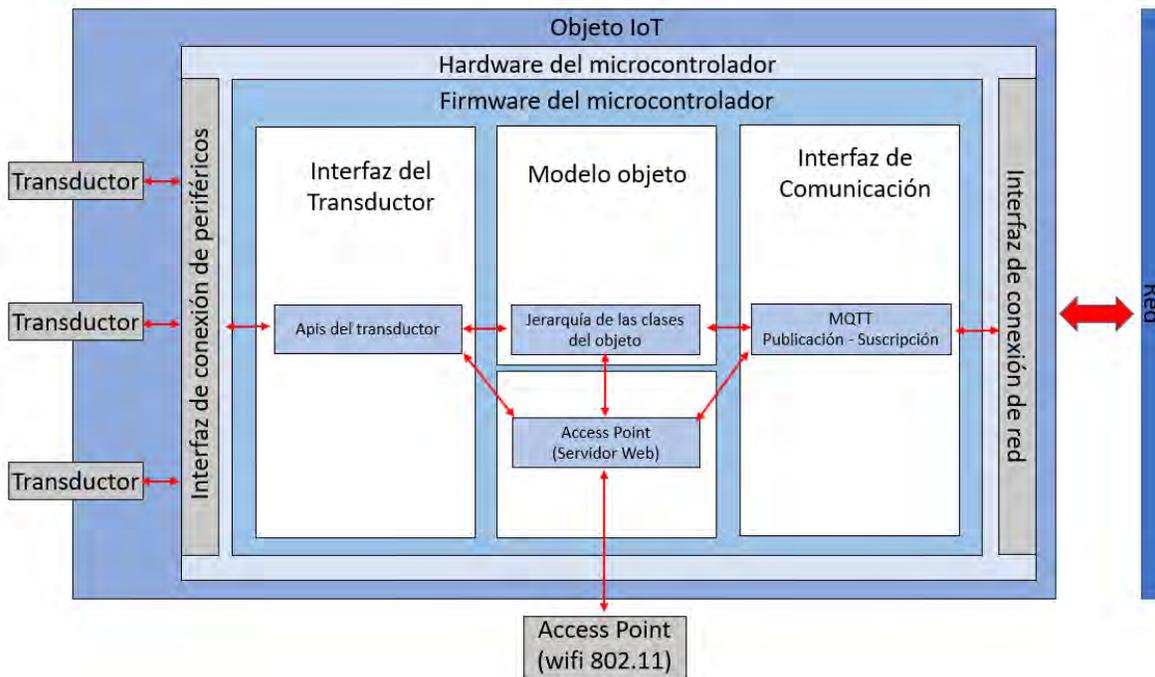
De acuerdo a la necesidad de tomar decisiones en tiempo real y más eficientes que permitan a los agricultores ser más rentables se diseñó un Objeto IoT para monitoreo de variables agronómicas. El Objeto interactúa con transductores y dispositivos electrónicos como tabletas, computadoras, celulares o cualquier otro que tenga conectividad WiFi, el diagrama lógico del objeto IoT puede observarse en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama lógico del objeto IoT



El objeto está compuesto por 4 bloques, el de interfaz de transductor, el modelo objeto, el access point, y el de interfaz de comunicación, y para comunicación contiene dos interfaces la de red y la de periféricos (Figura 2).

Figura 2. Arquitectura del Objeto IoT



Elección del hardware del objeto

El objeto tiene como base el Raspberry Pi Zero W, una minicomputadora de placa reducida en un sólo circuito (Figura 3).

Figura 3. Hardware del objeto (Raspberry Pi Zero W)



Características de la tarjeta:

- 1 Ghz, procesador Broadcom BCM 2835 single-core
- 512 Mb de RAM
- Mini HDMI
- Puerto On-The-Go USB
- 1 puerto micro USB para la alimentación
- Conector 40 pines compatible con HAT
- Cabezales de vídeo compuesto y reinicio
- Conector de cámara CSI
- Wi-Fi 802.11b / g / n
- Bluetooth 4.1
- Bluetooth de bajo consumo de energía (BLE)

La tarjeta fue seleccionada por su pequeño tamaño, bajo consumo de energía y características técnicas que permiten manejar comunicaciones Bluetooth y Wifi, sistemas de comunicaciones especiales para el desarrollo del proyecto.

Interfaz del transductor

Este bloque contiene el dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada, en otra diferente a la salida, pero de valores muy pequeños en términos relativos con respecto a un generador, este módulo es compatible con entradas capacitivas e inductivas.

La función de este bloque es la interconexión física entre la minicomputadora y los transductores que obtienen los valores de las variables físicas.

Modelo Objeto del Firmware

El modelo objeto está compuesto por 3 módulos ordenados de forma jerárquica. bloques, componente y servicio de comunicación (Figura 4).

Figura 4. Jerarquía del modelo objeto del firmware



- a) Bloques: Sección que contiene las funciones de aplicación y de transductor, la primera de ellas maneja los parámetros para ahorro de energía del hardware para optimizar el consumo de energía y aumentar la vida útil de la batería, el bloque del transductor se encarga de gestionar los recursos de comunicación con los transductores, de forma analógica desde el módulo del convertidor analógico a digital y de forma digital mediante el módulo SPI.

- b) Componente: Contiene las lecturas obtenidas desde los transductores y el historial de ellas.
- c) Servicio de comunicación: Tiene la función de manejar la comunicación entre el Objeto IoT y su enlace a través de internet.
- d) Punto de acceso: Es el encargado de gestionar las conexiones WiFi, el nodo actúa como un servidor local para aceptar las peticiones de los dispositivos externos, ya sea para configuración o monitoreo de información dentro del nodo.

Interfaz de comunicación.

Este bloque es el encargado de dotar de un medio de comunicación al Objeto IoT, para ello se utiliza el medio de comunicación wifi incrustado en la tarjeta de la minicomputadora Raspberry Pi Zero W.

Como protocolo de comunicación utiliza MQTT, el cual está basado en un protocolo de mensajería publicación/suscripción, al contrario que HTTP que es petición/respuesta. Uno de sus puntos fuertes es que es extremadamente simple y ligero. Por este motivo es ideal para sistemas que requieren poco ancho de banda, tienen una alta latencia y requieren de poco consumo de recursos de los dispositivos. Los objetivos del protocolo MQTT es minimizar el ancho de banda, comunicación bidireccional entre dispositivos, minimizar los requerimientos de los dispositivos tanto recursos como consumo y garantizar la fiabilidad y cierto grado de seguridad. Estas características han hecho que rápidamente se convierta en un protocolo muy empleado en la comunicación de sensores y, consecuentemente, dentro del Internet de las Cosas

Es importante administrar el consumo de energía ya que se busca que el objeto tenga autonomía de al menos 1 año sin intervención física de algún operador o técnico.

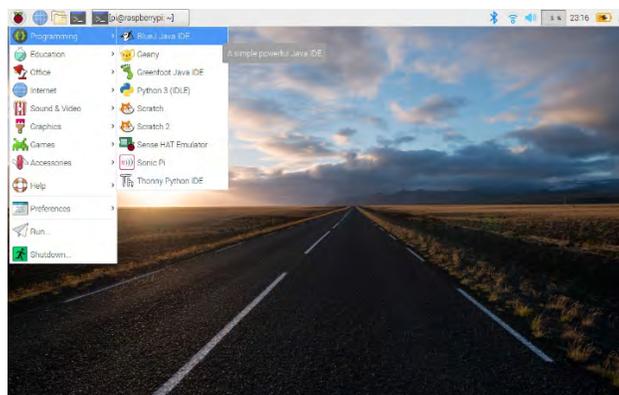
Desarrollo del Firmware.

Sistema Operativo: Se utilizó el sistema operativo RASPBIAN una distribución del sistema operativo GNU/Linux basado en Debian, y por lo tanto libre para la SBC Raspberry Pi. La Raspberry Pi Foundation lo ha proporcionado de forma oficial como el sistema operativo primario para la familia de placas SBC de Raspberry Pi.

Técnicamente el sistema operativo es un port no oficial de Debian armhf para el procesador (CPU) de Raspberry Pi, con soporte optimizado para cálculos en coma flotante por hardware, lo que permite dar más rendimiento en según qué casos.

Todo software de código abierto puede ser recompilado en la propia Raspberry Pi para arquitectura armhf que pueda ser utilizado en el propio dispositivo en caso de que el desarrollador no proporcione una versión ya compilada para esta arquitectura, algo que lo hace ideal para ser utilizado como sistema operativo base del Objeto IoT. Existen 2 versiones “Raspbian with desktop” utilizada como una minicomputadora de escritorio y Raspbian Buster Lite enfocada a dispositivos IoT. Para el desarrollo del Objeto IoT se utilizó Raspbian Buster Lite. En la Figura 5 se muestra una captura de pantalla del sistema operativo corriendo en la Raspberry Pi Zero W.

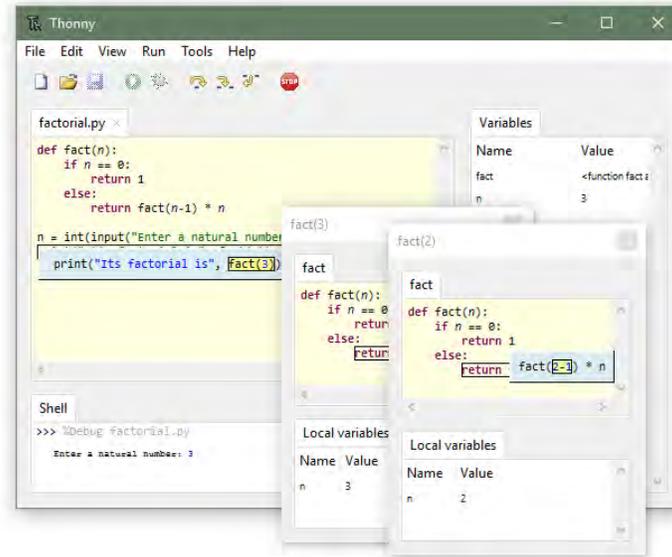
Figura 5. Sistema Operativo Raspberry Pi



Entorno de desarrollo: Se utilizó Thonny, un entorno de desarrollo diseñado especialmente para el lenguaje de programación Python.

Thonny tiene diversas características básicas tanto de los IDE como de Python. Por un lado se puede destacar la inclusión de un depurador para ayudar al programador a corregir los errores y por otro ofrece acceso a la consola propia de Python. También se pueden destacar la visualización de variables, el inspector de objetos, AST y otras características. En la figura 6 se muestra una captura de pantalla del IDE.

Figura 6. Thonny, entorno de desarrollo para Python

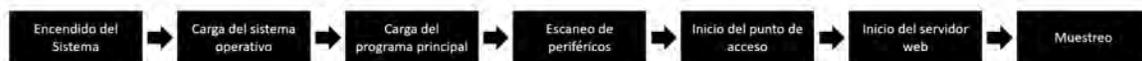


.El desarrollo del firmware fue desarrollado en el lenguaje de programación Python. Secuencia del Firmware en el Objeto IoT: A continuación, se muestra la secuencia para poner en línea el Objeto IoT.

- 1- Encendido del sistema
- 2- Carga del sistema operativo
- 3- Inicio del programa principal
- 4- Escaneo de los periféricos conectados al nodo IoT
- 5- Inicio del módulo de “punto de acceso”
- 6- Inicio del módulo de servidor WEB
- 7- Muestreo de los sensores conectados al Objeto IoT

En la figura 7 se muestra el diagrama de la secuencia para el inicio y funcionamiento del Objeto IoT.

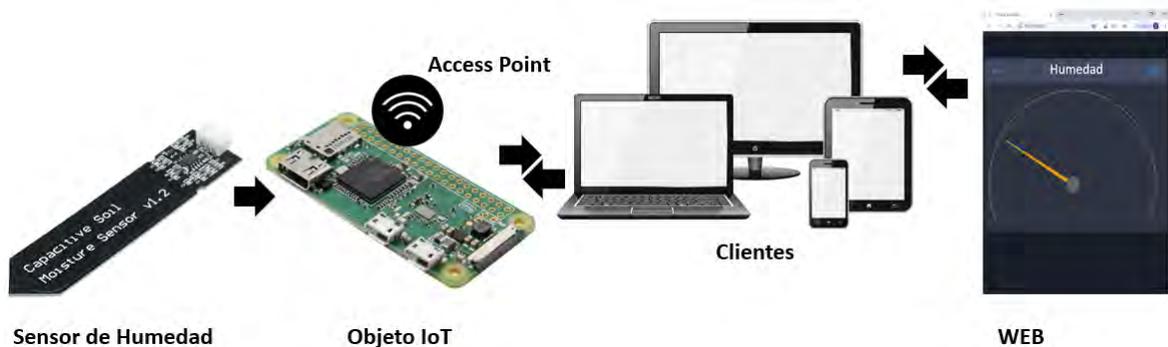
Figura 7. Secuencia de inicio y funcionamiento del Objeto IoT.



Pruebas y resultados

Después del diseño del nodo IoT se realizaron pruebas de conexión con transductores y se realizó una comunicación con clientes conectados desde el “punto de acceso” WIFI del Objeto IoT tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Pruebas de conectividad del nodo IoT.



1. Se conectó un sensor de humedad (SEN0114) en la Raspberry Pi Zero W mediante GPIO utilizando el protocolo MQTT.
2. Se conectó una computadora y una tableta al Objeto IoT mediante el servidor web y el punto de acceso creado por el Objeto IoT.
3. Se tomaron lecturas desde un portal web (cliente) utilizando la dirección 192.168.4.1
4. Se tomaron lecturas sobre el consumo de energía.

Se realizaron mediciones del consumo de energía del sistema en estado de reposo y en funcionamiento para determinar las diferencias, En la tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1. Consumo de energía del sistema

Dispositivo	Consumo de energía en estado de reposo		Consumo de energía en estado de funcionamiento	
	Voltaje	Corriente Eléctrica	Voltaje	Corriente Eléctrica
Dispositivo IoT (Raspberry Pi Zero W)	5v	120 mA (0.6 W)	5v	230 mA (1.19 W)
Sensor de Humedad (SKU:SEN0114)	3.3v - 5v	35mA	3.3v - 5v	35mA

CONCLUSIONES

Se realizó el diseño de un objeto IoT el cual ayudara al desarrollo de sistemas de monitoreo de bajo costo y alta escalabilidad en sistemas de producción agrícola.

Los algoritmos utilizados en el objeto IoT, pueden ser el punto de partida para un desarrollo masivo en redes de sensores inalámbricos que permitan el incremento de aplicaciones de agricultura de precisión de bajo costo.

La implementación del sistema propuesto en los campos de los cultivos de papa, ayudaran a generar datos históricos para ser comparados con otros predios para determinar que variables influyeron en caso de presentarse alguna plaga o enfermedad.

Se recomienda la implementación a gran escala del sistema para generar información que pueda ayudar a desarrollar modelos matemáticos predictivos en futuros trabajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. How to feed the world in 2050. FAO. Roma. 35 p. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/how_to_feed_the_world_in_2050.pdf
- Lee, K.T.; Lee, B.Y.; Won, Y.I.; Jee, J.B.; Lee, W.H.; Kim, Y.J. Radiative Properties at King Sejong Station in West Antarctica with the Radiative Transfer Model: A Surface UV-A and Erythral UV-B Radiation Changes. *Ocean Polar Res.* 2003, 25, 9–20. [CrossRef]
- World Health Organization (WHO). Global solar UV Index: A practical guide. Available online: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42459/9241590076.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accessed on 24 December 2018).
- Dayan, A.D. Solar and Ultraviolet Radiation. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. *J. Clin. Pathol.* 1993, 46, 880. [CrossRef]
- S. B. Crary, W. G. Baer, J. C. Cowles, and K. D. Wise, (1990), “Digital compensation of high-performance silicon pressure transducers”, *Sensors and Actuators A*, 21–23:70–72.
- Abbasi AZ, Islam N, Shaikh ZA, others. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Computer Standards & Interfaces.* 2014; 36(2): p. 263-270.
- Patil S, Kokate AR, Kadam DD. Precision Agriculture: A Survey. *International Journal of Science and Research (IJSR).* 2016 August; 5(8).
- Deepika G, Rajapirian P. Wireless sensor network in precision agriculture: A survey. In IEEE, editor. *Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS)*; 2016. p. 1--4.
- Meeradevi AK, Mundada MR. ZigBee Based Wireless Sensor Networks in Precision Agriculture-The Survey. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM).* 2015; 4(5).
5. Shankar P, Nagaraju B. A Survey on Wireless Sensor Network For Agriculture. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication.* 2017 July; 5(7).
- Srbinovska, Gavrovski , Dimcev , Krkoleva A, Borozan. Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Journal of Cleaner Production.* 2015; 88(Supplement C): p. 297 - 307.

MODELO COMPUTACIONAL PARA EL DIAGNÓSTICO Y CANALIZACIÓN DE CONDUCTAS DE RIESGO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS.

ZOFÍA BENÍTEZ ALONSO¹, JESSECKA ALBA HERNÁNDEZ², OMAR ALBA HERNÁNDEZ³,
MARÍA ANGÉLICA CERDÁN⁴

INTRODUCCIÓN

En México y en particular la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2012) considera la deserción escolar como: el abandono de las actividades escolares antes de terminar algún grado educativo.

Existe un alto porcentaje de deserción, pues según datos del INEGI solo ocho de cada 100 alumnos que inician estudios universitarios los concluyen.

La deserción, se define como el abandono de un programa de estudios antes de obtener el título o grado correspondiente, considerando un tiempo lo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de reincorporación (Delen, 2010).

El riesgo acumulado y la vulnerabilidad psicosocial han sido conceptualizados por algunos autores como adversidad acumulada y como un fenómeno de estrés psicosocial –por los múltiples estresores que esta adversidad genera–, se considera como la clave para entender patrones de conducta negativa que están experimentando los jóvenes y que son susceptibles de ser neutralizados con intervenciones de prevención conductas problemáticas específicas o promover conductas positivas específicas, no se ocupan directamente de las conductas de riesgo, más bien, acrecientan las aptitudes o habilidades que han demostrado ser mediadoras de esas conductas, es decir, las habilidades para la vida hacen posible la prevención.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. zbeniteza@itesco.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. Jessecka.alba@itsx.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. omar.alba@itsx.edu.mx

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. angelica.cerdan@itsx.edu.mx

Por lo anterior expuesto, se debe contar con un modelo predictivo el cual, a través de un dispositivo móvil permita identificar si el alumno está presentando algún problema de comportamiento anormal que esté afectando su salud, esto debido a que se presentan casos de ausentismo por problemas ocasionados por el nivel de estrés y depresión, el cual conlleva al consumo de alguna sustancia tóxica, como el consumo de alcohol y drogas.

RESUMEN

En la actualidad, el consumo de sustancias tóxicas en los jóvenes se ha extendido convirtiéndose en un factor de riesgo en su desempeño académico, provocando el abandono de sus estudios y un elevado índice de reprobación/deserción que presentan las universidades.

Esta investigación, surge con la finalidad de proporcionarle al docente-tutor una herramienta a través de la cual identifique algún problema anormal que esté presentando un alumno-tutorado de los primeros semestres, presentándole como resultado un informe con datos cualitativos y cuantitativos confiables de su situación mediante alertas con señalización tipo semáforo. La adquisición de datos se realizará mediante el uso de una aplicación móvil que de manera lúdica obtendrá información del estudiante que posteriormente será procesada con el uso de un algoritmo de análisis de datos que activará el semáforo en la interfaz del docente-tutor.

Se desarrollará una serie de cuestionarios con un tinte lúdico para obtener la información con la que será alimentado el sistema. Usando la metodología CRISP-DM se realizará el análisis de datos, que, con la ayuda de un árbol de decisión, obtendrá una predicción del estado de cada alumno-tutorado.

Se utiliza la metodología CRISP-DM por ser una de las más probadas en este tipo de proyectos.

PROBLEMÁTICA

Actualmente dentro del ITESCO (Instituto Tecnológico superior de Coatzacoalcos) se han presentado un número elevado de casos en donde los alumnos han

desertado de las distintas carreras que ofrece la institución, además de ello se han detectado casos en cuanto al consumo de sustancias tóxicas o adictivas que alteran el sistema nervioso central (SNC) y que actualmente las encontramos en diferentes presentaciones como lo son la cafeína, bebidas energéticas, tabaco, diversas drogas como marihuana y cocaína. Más sin embargo ha representado un reto para el del ITESCO la detección oportuna y ayuda para los casos presentados en jóvenes estudiantes.

El ITESCO cuenta con el programa de Tutorías cuyos lineamientos son establecidos por el tecnológico nacional de México, la tutoría representa una estrategia fundamental que potencia la formación de los estudiantes con valores y con el sentido de responsabilidad ; además de integrarse como un recurso de gran valor que facilita la adaptación de los estudiantes dentro del ambiente escolar, sirviendo como un apoyo para deshacer los índices de reprobación y rezago escolar, y por lo mismo disminuyendo los índices de deserción escolar para detectar a tiempo los problemas específicos de las zonas de cada institución.

El papel del tutor es fundamental para la formación integral de los estudiantes, puesto que debe de ser la guía y quien despierte las habilidades de cada uno de ellos y logre una orientación inequívoca.

Más sin embargo, el departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos no cuenta con una herramienta que le permita determinar a tiempo algún problema que este presentando el alumno tutorado, de este modo, no hay un mecanismo mediante en el cual los agentes involucrados tengan información de manera automática, que les ayude a tomar una decisión sobre la situación que está presentado el alumno-tutorado; por lo que, se continua presentando un elevado índice de reprobación, deserción en las diversas carreras que imparte.

Es por ello que se plantea la creación de un algoritmo en base a un modelo de minería de datos que se alimente de datos proporcionados por un cuestionario, aplicado a los estudiantes mediante una aplicación móvil para así identificar un comportamiento anormal en él, en base al análisis de las respuestas obtenidas.

Importancia del estudio

Esta investigación surge con la finalidad de proporcionarle al docente-tutor una herramienta a través del cual permita identificar algún problema anormal que esté presentando un alumno-tutorado de primer semestre del ITESCO, presentándole como resultado un informe con datos cualitativos como la descripción del estatus del alumno y cuantitativos en cuanto al indicador de alumnos-tutorados de su situación económica, psicológica -estrés o depresión- así como su situación académica -la no identificación de su orientación vocacional uso y abuso de sustancias, y conducta agresiva, mediante alertas con señalización -semáforo-; esto por medio de una aplicación móvil.

Así mismo, se podrá consultar el estatus que vaya presentando el tutorado para un seguimiento oportuno, logrando con ello una buena comunicación y retroalimentación entre todos los agentes involucrados en la tutoría académica, permitiéndoles canalizarlos con las áreas correspondientes para atender cada una de las situaciones que presenten los tutorados y, poder disminuir los índices de deserción y reprobación en el ITESCO.

La aplicación móvil será el recurso por medio del cual los alumnos-tutorados podrán acceder y responder los test o herramientas que el tutor le indique. dependiendo de la respuesta que vaya proporcionando, el modelo realizará la clasificación con el objetivo de activar un semáforo que no será visible al alumno-tutorado, de tal manera que, al finalizar dicho test, se proporcione al docente-tutor un informe de la situación actual del alumno, para que tome las medidas necesarias.

Con este modelo, se podrá identificar a tiempo aquellos problemas que puedan originar reprobación y, con el tiempo, deserción de los alumnos en sus primeros semestres, disminuyendo el índice de deserción en la Institución.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La presente investigación es de tipo descriptivo experimental, debido a que se recopilan datos cualitativos para indicar el porcentaje del desempeño del programa de tutorías actualmente, además de datos cuantitativos como las condiciones académicas de entrada del estudiante y las distintas condiciones que puedan

determinar la deserción del abandono de sus estudios universitarios en base a estos datos se podrá comprobar la hipótesis.

Población y muestra. El ITESCO cuenta con una plantilla de más de 6000 alumnos de los cuales 2935 están registrados en plan institucional de tutorías. Además de ello, la institución cuenta con aproximadamente 130 Profesores, de los cuales aproximadamente 66 se encuentran registrados en el Plan de Acción Tutorial de la institución. Se estableció una población de 2935 estudiantes correspondientes a los 4 primeros semestres, distribuidos en las 13 carreras. En base a la fórmula de la muestra conociendo la población se estableció que la muestra total sería de 340 alumnos.

Materiales de recolección de datos

Como técnica de recolección de datos se utilizó la encuesta, definida por Alelú et al. (2014) como un método en el cual se realiza una investigación a personas a través de un instrumento (cuestionario o entrevista) con el que se pretende obtener información específica de un tema, la cual contenía 10 reactivos de opción múltiple, estuvo disponible en línea durante un mes y se realizó con la herramienta de formularios de Google Docs, en total fueron 408 alumnos los encuestados.

También se realizó una entrevista a el psicólogo del instituto en donde se le realizaron preguntas acerca de su función principal que desempeña y como el factor emocional afecta al desempeño escolar de los alumnos.

Análisis de los datos

En base a estos dos instrumentos se determinó que el tipo de estudio requería el uso de una metodología que nos permitiera analizar los factores que se encontraron en los alumnos y posiblemente fueran las causas de deserción dentro del instituto, por lo que se procedió a continuar con el uso de una metodología que nos permitiera definir un modelo de minería de datos en este caso CRISP-DM.

A continuación, se presenta el desarrollo del proceso del algoritmo guiado según la metodología CRISP-DM, la cual se compone de las siguientes etapas: Comprensión del negocio, Comprensión de los datos, Preparación de los datos, Modelado, Evaluación e implementación.

a) Comprensión del negocio:

Esta fase se compone de otras tareas cuya finalidad es comprender los objetivos y requerimientos del proyecto desde una perspectiva empresarial con el fin de convertirlos en objetos técnicos y finalmente en la planificación.

b) Compresión de los datos:

Fue en esta fase donde se inició la identificación y la recolección de datos afines con el problema comprobando la calidad y las relaciones entre ellos.

Además de que se tomaron los datos obtenidos por las encuestas y la entrevista para identificar los factores a tomar en cuenta dentro del proyecto.

En el Tabla 1. Se observa el glosario de términos del proyecto en donde se describen las variables a utilizar.

Tabla 1. Glosario de términos del proyecto.

NOMBRE	SINÓNIMO	DESCRIPCIÓN	TIPO
Deserción Escolar	Abandono escolar	El número o porcentaje de alumnos que abandonan las actividades escolares antes de terminar algún grado o nivel educativo.	Concepto
Dimensiones	Generales	Elementos condicionales que contribuyen a que algo suceda.	Atributo Clase
Factores	Motivos	Motivos o causas que generan que algo suceda	Atributo Clase
Dificultades Académicas	Problemas académicos de los estudiantes	Diferentes problemas académicos que afectan el rendimiento de un estudiante, lo cual genera que pierda su interés por educarse.	Atributo Clase
Pertenencia Escolar	Salud mental	Tener sentido de pertenencia de los estudiantes hacia el establecimiento educativo pertenecen.	Atributo Clase
Problemas familiares	Pelears externas	Mala convivencia entre los hogares y los establecimientos educativos. Se identifican como es la relación que tiene con sus padres o Tutores del alumno.	Atributo Clase
Salud Mental		Estas variables identifican los sentimientos del alumno en relación con su realidad y su entorno escolar de tipo psicológico.	Atributo Clase
Consumo de sustancias		Estas variables permiten detectar si el alumno ha abusado del consumo de sustancias nocivas.	Atributo Clase
Laborar a temprana edad	Empleo	Estudiantes prefieren laborar que estudiar, pero no piensan en su futuro, teniendo una educación formal podrán tener empleos formales y podrán sobrevivir a esta sociedad.	Atributo Clase
Conducta Agresiva Delictiva	Actos delictivos	Corresponde a las actitudes hacia los demás, palabras altisonantes, actos delictivos que el estudiante haya realizado o tenido la intención de realizar.	Atributo Clase

Relaciones con amigos		Corresponde a las actitudes e influencias presentadas por el grupo de amigos del estudiante.	Atributo Clase
------------------------------	--	--	----------------

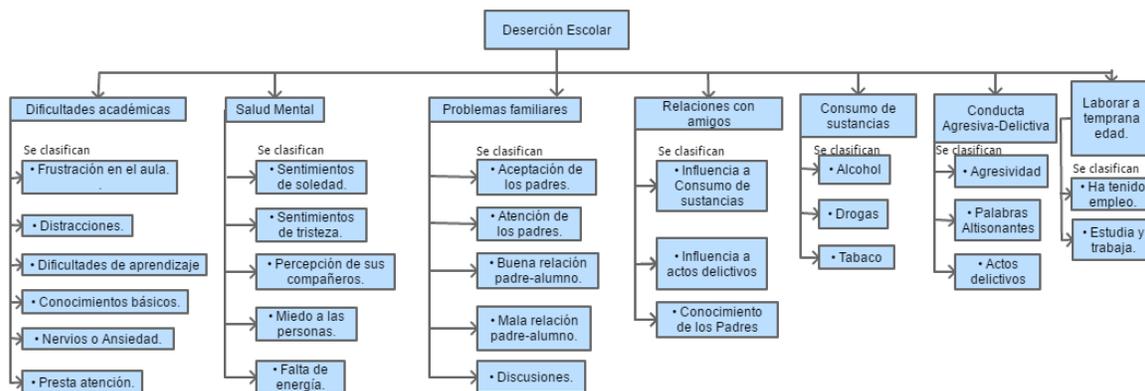
Después del análisis de la situación en las primeras fases se identificó que la deserción escolar se compone de dimensiones y factores por lo que se considera a los primeros como elementos que van a condicionar a que algo suceda y a los factores como los motivos o causas que lo generan.

Como resolución específica del problema se hizo una relación Ad hoc la cual generalmente se refiere una solución específica para un problema o fin preciso.

En este caso expresa las relaciones binarias entre los conceptos y clases que posteriormente conformaran una ontología.

En la figura 1. se observa a las dimensiones y los factores que conforman a cada una de ellas estableciendo los puntos que el test examinará mediante el algoritmo

Figura 1. Dimensiones y factores por clases.



c) Preparación de los datos

Es en esta fase donde actualmente se encuentra el proyecto, depurando los datos que será utilizados por la herramienta que nos ayudará, y la técnica permita el análisis de la data y con ello a la toma de decisiones.

Arboles de decisión

Dadas las características del problema planteado y los resultados obtenidos en las investigaciones antes mencionadas, es que la solución de la problemática se define como una tarea de clasificación.

Por lo que al hacer un análisis de las mejores técnicas en torno a los algoritmos de clasificación los arboles de decisión constituyen una de más mejores opciones.

Los árboles de decisión son una técnica de minería de datos, que establece un conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica, de tal manera que la decisión final a tomar se puede determinar siguiendo condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta alguna de sus hojas.

CONCLUSIÓN

En este trabajo investigativo se estudió el comportamiento de los estudiantes y las posibles causas que pueden causar una deserción dentro de los primeros semestres de las carreras que ofrece el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos.

Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta que permitieron definir cuál sería la mejor resolución del problema, llegando a la conclusión de la realización de un modelo que permita detectar a aquellos estudiantes en riesgo de una posible deserción.

Para lo cual se eligió como metodología para el proyecto de minería de datos CRISP-DM, quien ha demostrado ser uno de los que mejores resultados ha aportado ha este tipo de proyectos convirtiéndose en uno de los más utilizados.

Se definieron las dimensiones y los factores que serían tomados en cuenta para la aplicación de la solución al problema presentado por la institución.

El proyecto se encuentra en las primeras fases en donde se realizará una ontología mediante algún software que nos permita aplicarla, y posteriormente como técnica de clasificación se utilizará un árbol de decisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ruiz-Ramírez, R., García-Cué, J. L., & Pérez-Olvera, M. A. (2014). Causas y consecuencias de la deserción escolar en el bachillerato: Caso Universidad Autónoma de Sinaloa. *Ra Ximhai*, 10(5).
- Vries, W. D., León Arenas, P., Romero Muñoz, J. F., & Hernández Saldaña, I. (2011). ¿Desertores o decepcionados? Distintas causas para abandonar los estudios universitarios. *Revista de la educación superior*, 40(160), 29-49.
- Delen, D., A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management, *Decision Support Systems*, 49 (4), 498–506 (2010).
- José Hernández, Maíia José Ramírez, and César Ferri, *Introducción a la Minería de Datos*. Madrid: Pearson Educación S. A., 2004.
- [Hernández, Ramírez y Ferri, 2004] José Hernández Orallo, M^a José Ramírez Quintana, César Ferri Ramírez. *Introducción a la Minería de Datos*. Ed. Pearson Educación, S.A. 2004.
- [CRISP-DM, 2000] Pete Chapman, Julian Clinton, Randy Kerber, Thomas Khabaza, Thomas Reinartz, Colin Shearer, Rüdiger Wirth. *CRISP-DM 1.0, Step-by-step Data Mining Guide*, 2000.
- [Rodríguez, 2010] Dr. Oldemar Rodríguez Rojas. *Metodología para el Desarrollo de Proyectos en Minería de Datos CRISP-DM*, 2010.

Colaboraciones de cuerpos académicos en innovación tecnológica

En el contexto de calidad educativa y la promoción de actores de cambio en nuestra sociedad, una de las políticas encaminadas a promover nuevas formas de estimular la generación y aplicación de conocimiento ha sido el impulso a la creación y desarrollo de cuerpos académicos (CA) en las Instituciones Públicas y Tecnológicas de Educación Superior, esto con el propósito de fortalecer dinámicas académicas sustentadas en el trabajo colaborativo, manifiesto en la estructuración de equipos disciplinarios. En este ámbito, la producción y aplicación del conocimiento, la definición de una agenda común e intereses compartidos en redes temáticas transdisciplinarias, la asimiliación del trabajo colaborativo de administración y organización son elementos que hacen que los cuerpos académicos puedan fortalecer la producción de conocimiento y contribuir a la excelencia académica.

En el ámbito de la innovación tecnológica la colaboración entre cuerpos académicos es de vital importancia no solo en el ámbito académico sino también para el desarrollo de un país, los avances tecnológicos son cada vez más dinámicos, esto genera que las organizaciones establezcan acciones que les permitan estar a la vanguardia tecnológica, en este sentido el quehacer educativo a nivel superior debe constituir estrategias que le permitan coadyuvar en el logro de los objetivos a través de la investigación aplicada.



RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN

ISBN: 978-607-8617-25-8



9 786078 617258

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