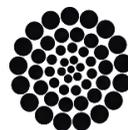


ISBN 978-607-8617-86-9

INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA II

COORDINADORES

DANIEL BELLO PARRA
FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ
JACEL ADAME GARCÍA
MARLENY ROSAS LOZANO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Redes Temáticas



INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA 2

COORDINADORES

DANIEL BELLO PARRA
FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ
JACEL ADAME GARCÍA
MARLENY ROSAS LOZANO

AUTORES

ADAHI CONTRERAS FLORES, ADELA MORALES VASQUEZ, ALBERTO CEBALLOS, ALFREDO ALBERTO GONZÁLEZ REYES, ALMA YOLANDA VÁZQUEZ SÁNCHEZ, ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ, ARACELI GALLARDO SANDOVAL, ARACELI TORRES RODRÍGUEZ, ARLIN ZARATE MEJIA, CARLOS PRATS BERNABÉ, CLAUDIA VELÁSQUEZ CORTÉS, DANIEL BELLO PARRA, DARCY EMANUEL PEÑA AMADOR, EDGAR HUGO MAYORAL ARZABA, ERIKA AGUILAR ACOSTA, ERNESTINA PAZ GAMBOA, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ, FERNANDO MACHORRO RAMOS, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES, GILDA AVENDAÑO VÁSQUEZ, GUADALUPE ARANZAZÚ ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, HAYDEE BAUTISTA DE LEÓN, ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, IVAN TORALES OLGUIN, JACEL ADAME GARCÍA, JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS, JOSÉ LUIS MANZO REYES, JOSÉ MANUEL ESCOBAR GAMBOA, JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO, JUAN VARGAS FERRER, KELVIN ALFARO CEDILLO, LIDILIA CRUZ RIVERO, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, LUIS CARLOS ÁLVAREZ SIMÓN, MARLENY ROSAS LOZANO, MIGUEL ALBERTO RINCÓN PINZÓN, NAOMI VAZQUEZ CRUZ, NELLY GARCÍA CORTES, RICARDO MEJIA BARUCH, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS, ROSA EVELIA GÁMEZ EUGENIO, SALVADOR PAREDES RINCÓN, SAÚL GARCÉS MEJÍA, SELENE HERNÁNDEZ MATA, VICENTE VILLAR ZÁRATE

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2020



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
CEL 2282386072
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@hotmail.com

ISBN: 978-607-8617-86-9



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
(607-8617)
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 200
Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato PDF 17 MB
Fecha de aparición 26/11/2020
ISBN 978-607-8617-86-9



RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN A.C.

SELLO EDITORIAL
INDAUTOR/ISBN
607-8617

Dublín 34
Fracc. Monte Magno
Xalapa, Ver.
C.P. 91193

CERTIFICACIÓN EDITORIAL DEL LIBRO ELECTRÓNICO *INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA 2* **(ISBN 978-607-8617-86-9)**

La Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. con el sello editorial N° 607-8617 otorgado por la agencia mexicana de ISBN, hace constar que el libro electrónico **INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA 2** con ISBN 978-607-8617-86-9; es publicado por nuestro sello con fecha del 26 de noviembre de 2020 cumpliendo con todos los requisitos de calidad científica y normalización que exige nuestra política editorial.

Innovación en biotecnología 2 fue arbitrado bajo el sistema de administración y publicación de libros electrónicos OJS versión 3.2.0.3. del Public Knowled Project cuyo desarrollo promueve las tecnologías para el uso de la investigación académica. El proceso de arbitraje constó de dos etapas.

La primera revisión fue realizada por parte de la Secretaría Técnica de la REDIBAI. AC, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, quien verificó que la propuesta cumpliera con los requisitos básicos establecidos: enfoque temático, extensión, apego a las normas de citación, estructura, formato, entre otros. Posteriormente el trabajo pasó a una primera lectura a cargo del Editor en Jefe que forma parte del Comité Editorial del sello editorial, quien determinó la pertinencia de la propuesta y decidió que cumplía con los requisitos de calidad académica. Esta fase se desarrolló en un tiempo de 15 días.

En la segunda etapa el trabajo se sometió al proceso de evaluación de pares académicos a través del procedimiento doble ciego, a cargo de árbitros anónimos especialistas en el tema pertenecientes a instituciones educativas a nivel nacional e internacional, lo que busca garantizar la calidad de las revisiones. Ningún veredicto de los dictaminadores fue contradictorio, por lo que no se recurrió a un tercer árbitro para tomar la decisión final de publicarlo, el resultado de este esfuerzo académico y científico fue aprobado. Este proceso comprendió de dos meses.

El proceso de evaluación de las dos etapas se desarrolló en un tiempo promedio de 2 meses y medio, iniciado desde el momento de su recepción el 15 de agosto de 2020, hasta la terminación del arbitraje el 01 de noviembre de 2020 y se publicó el 26 de noviembre de 2020 tomando en cuenta los criterios de originalidad, pertinencia, relevancia de los hallazgos, manejo de la teoría especializada, rigor metodológico, congruencia, claridad argumentativa y calidad de la redacción.



RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN A.C.

SELLO EDITORIAL
INDAUTOR/ISBN
607-8617

Dublín 34
Fracc. Monte Magno
Xalapa, Ver.
C.P. 91193

El cuerpo de arbitraje estuvo integrado por los cuerpos académicos pertenecientes al comité científico de la REDIBAI MyD y al comité científico del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

Todos los soportes concernientes a los procesos editoriales y de evaluación reposan en Editorial REDIBAI, las cuales ponemos a disposición de la comunidad académica interna y externa en el momento que se requiera.

Atentamente

Xalapa Enríquez, Veracruz, a 26 de noviembre de 2020

MTRO. DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

Editor

Secretario Ejecutivo de la REDIBAI A.C.



INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA 2

COORDINADORES

DANIEL BELLO PARRA
FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ
JACEL ADAME GARCÍA
MARLENY ROSAS LOZANO



INDICE

- DETECCIÓN MOLECULAR DEL AGENTE CAUSAL DE RAYA ROJA EN CAÑA DE AZÚCAR CON INICIADORES ESPECÍFICOS**
MARLENY ROSAS LOZANO, JACEL ADAME GARCÍA, FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS, JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS
1
- EVALUACIÓN DE VARIABLES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CONDICIONES ÓPTIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN EL INVERNADERO DEL ITSPE**
DANIEL BELLO PARRA, FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ, ALBERTO CEBALLOS, MIGUEL ALBERTO RINCÓN PINZÓN
11
- CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL GUSANO BARRENADOR (*Diatraea Saccharalis*) EN CAÑA DE AZÚCAR**
LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, SALVADOR PAREDES RINCÓN, RICARDO MEJIA BARUCH
27
- PROTOTIPO DE SISTEMA WEB PARA LA ADQUISICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES PARA EL CONTROL DE UNA GERMINADORA E INCUBADORA MEDIANTE PROTOCOLO MQTT**
JUAN VARGAS FERRER, LUIS CARLOS ÁLVAREZ SIMÓN, JOSÉ LUIS MANZO REYES
35
- FORMULACIÓN DE UNA BARRA DE CHOCOLATE ENRIQUECIDA CON PULPA DE CAFÉ**
DARCY EMANUEL PEÑA AMADOR, NAOMI VAZQUEZ CRUZ, GILDA AVENDAÑO VÁSQUEZ, FERNANDO MACHORRO RAMOS, JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO
47
- DISEÑO Y SIMULACIÓN DE INVERNADERO GERMINADOR CON UNIONES MECÁNICAS MEDIANTE LA COMPARACIÓN DE UN INVERNADERO REAL USANDO SOLIDWORKS SIMULATION Y FLOW SIMULATION**
JOSÉ LUIS MANZO REYES, JUAN VARGAS FERRER, EDGAR HUGO MAYORAL ARZABA
57
- COAGULACIÓN, FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN PARA LA CLARIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**
ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES, NELLY GARCÍA CORTES, KELVIN ALFARO CEDILLO
73
- FERTILIZACIÓN PARA LA PRIMERA ETAPA DE DESARROLLO DE PLANTAS DE CHAYOTE (*Sechium edule*)**
SALVADOR PAREDES RINCÓN, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, IVAN TORALES OLGUIN, ARLIN ZARATE MEJIA
83
- EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UN YOGURT VEGANO, ESTILO GRIEGO ELABORADO DE MANERA ARTESANAL, COMPLEMENTADO CON MERMELADA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*).**
ERIKA AGUILAR ACOSTA
93
- ESTUDIO DE UN PRODUCTO LÁCTEO PROBIÓTICO A PARTIR DE PLÁTANO MACHO (*Musa paradisiaca* AAB) CON UN MODELO DE GESTIÓN PARA SU COMERCIALIZACIÓN**
CARLOS PRATS BERNABÉ, ERNESTINA PAZ GAMBOA
109
- EVALUACIÓN SENSORIAL DE LÁMINAS DE FRUTAS SALUDABLES A BASE DE ARÁNDADO Y ACÁCHUL**
ALMA YOLANDA VÁZQUEZ SÁNCHEZ, ARACELI GALLARDO SANDOVAL
131

INDICE

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SNACKS DE FRUTAS DE ARÁNDANO – ACÁCHUL

HAYDEE BAUTISTA DE LEÓN, ARACELI TORRES RODRÍGUEZ

141

IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ALIMENTOS PARA GANADO

ALFREDO ALBERTO GONZÁLEZ REYES, ADAHI CONTRERAS FLORES, SAÚL GARCÉS MEJÍA

155

RESPUESTA FOLIAR Y RADICULAR DEL JENGIBRE (*Zingiber officinale*) AL EFECTO DE DOS ABONOS ORGÁNICOS ASOCIADOS CON MICORRIZAS.

SELENE HERNÁNDEZ MATA, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS, VICENTE VILLAR ZÁRATE, JOSÉ MANUEL ESCOBAR

GAMBOA

175

MÉTODO REBA COMO PROPUESTA DE MEJORA EN ÁREA DE CARGA DE UNA EMPRESA AVÍCOLA

ADELA MORALES VASQUEZ, CLAUDIA VELÁSQUEZ CORTÉS, ROSA EVELIA GÁMEZ EUGENIO

189

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE UNA EMPRESA APÍCOLA A PARTIR DE ACV (ANÁLISIS CICLO DE VIDA)

GUADALUPE ARANZAZÚ ESTÉVEZ GUTIÉRREZ, LIDILIA CRUZ RIVERO, ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ

205

PROTOTIPO DE HARDWARE ELECTRÓNICO WIFI PARA LA ADQUISICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES APLICADO EN GERMINADORAS

EDGAR HUGO MAYORAL ARZABA, JUAN VARGAS FERRER, LUIS CARLOS ÁLVAREZ SIMÓN

215

DETECCIÓN MOLECULAR DEL AGENTE CAUSAL DE RAYA ROJA EN CAÑA DE AZÚCAR CON INICIADORES ESPECÍFICOS

MARLENY ROSAS LOZANO¹, JACEL ADAME GARCÍA², FÉLIX DAVID MURILLO CUEVAS³,
JAZMÍN VILLEGAS NARVÁEZ⁴, JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS⁵.

RESUMEN

Veracruz ocupa el 1^{er} lugar en producción de caña de azúcar en el país. En la región centro se concentra una producción de 1.5 y 2.0 millones de toneladas de azúcar por zafra. Actualmente en la zona se está presentando la enfermedad de raya roja que provoca graves daños, en más de un 30%, en campo y en contenido de sacarosa. Esta enfermedad es altamente contagiosa y el periodo de incubación del agente causal es largo, lo que dificulta su detección temprana. Es por eso que se diseñó este proceso el cual, es sensible y específico, que permite a través de genes específicos, confirmar la presencia de la bacteria especialmente en plantas que no presentan síntomas y detectar oportunamente al patógeno, lo que permitirá un manejo eficiente del cultivo contra la enfermedad. Este proceso también permite detectar la bacteria en agua, suelo y aire, lo que beneficia a los productores y a la industria, por tener un seguimiento del patógeno en el ambiente.

Palabras clave: *Acidovorax avenae*, enfermedad, gen 16S-23S rDNA

ABSTRACT

Veracruz ranks 1st in sugarcane production in the country. Production of 1.5 and 2.0 million tons of sugar per harvest is concentrated in the central region. Currently in the area the red streak disease is occurring, which causes serious damage, in more than 30%, in the field and in sucrose content. This disease is highly contagious and the incubation period of the causative agent is long, which makes its early detection

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. rosas.1708@gmail.com

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. felix.mc@ugalvan.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. jazzjvn@hotmail.com

⁵ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. jose.antonio.itug@gmail.com

difficult. That is why this process was designed, which is sensitive and specific, which allows, through specific genes, to confirm the presence of the bacteria, especially in plants that do not present symptoms and to detect the pathogen in a timely manner, which will allow efficient management of the culture against disease. This process also makes it possible to detect the bacteria in water, soil and air, which benefits producers and the industry, by monitoring the pathogen in the environment.

Keywords: *Acidovorax avenae*, disease, 16S-23S rDNA gene

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo y se cultiva en áreas tropicales y subtropicales en más de 80 países alrededor del mundo. Los principales productores de caña de azúcar son India, Cuba, Brazil, México, Pakistan, China, Filipinas, Colombia, Argentina, Australia, Estados Unidos, Tailandia, y Sudáfrica (Li et al., 2018). La caña de azúcar es susceptible a numerosas enfermedades bacterianas, incluyendo a la raya roja causada por *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (Aaa), retraso del crecimiento causado por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*, y escaldadura de la hoja por *Xanthomonas albilineans* (Rott & Davis, 2000). La raya roja de caña de azúcar se reportó por primera vez en Hawái (Lyon, 1922) enfermedad presente de hojas de caña de azúcar la cual se le llamó “podredumbre del cogollo o del brote terminal” (Edgerton, 1959), el origen de la bacteria es asiático, pero se encuentra distribuida en las principales regiones cañeras de todo el mundo (Fontana et al., 2013; Martin et al., 1989; Rott & Davis, 2000).

El agente causal de la raya roja en caña de azúcar fue formalmente nombrado *Pseudomonas rubrilineans* (Martin et al., 1989) pero posteriormente se transfirió al género *Acidovorax*, en las especies *avenae*, y las subespecies *avenae* de la familia Comamonadaceae (Schaad et al., 2008; Willems et al., 1992).

Las especies fitopatógenas de *Acidovorax* causan enfermedades en una amplia gama de cultivos de importancia económica, como sandía, melón, orquídeas, maíz, arroz, avena, caña de azúcar (Song et al., 2004).

La transmisión no se produce por semilla ya que no es una enfermedad sistémica (Rott & Davis, 2000). El uso de variedades resistentes es el sistema de manejo más efectivo de control, así, en las regiones donde las condiciones climáticas favorecen la ocurrencia de epífitas, no se pueden cultivar variedades susceptibles (Almeida et al., 2010).

Los primeros síntomas aparecen en las hojas como rayas acuosas que gradualmente se tornan rojizas. Posteriormente los síntomas se extienden al meristemo apical el cual llega a podrirse. Bajo condiciones favorables, la pudrición se extiende a lo largo del tallo produciendo grietas de las cuales se genera un líquido con olor fuerte en variedades de caña de azúcar altamente susceptibles, también se puede extender a los nódulos basales. Los campos infectados que muestran síntomas de raya roja y la podredumbre del brote tiene un olor característico que puede detectarse a distancia (Maccheroni & Matsuoka, 2006).

A pesar de que se sabe que la presencia de raya roja genera pérdidas significativas en la producción de caña de azúcar en campo y fábrica, la enfermedad ha sido poco estudiada y no hay informes suficientes sobre el aislamiento, identificación, caracterización, pero sobretodo control del agente causal *A. avenae*. Esto puede deberse a que el productor está acostumbrado a que continuamente se presenta la llamada “raya roja falsa” la cual exhibe una sintomatología similar a la raya roja causada pero es menos agresiva (Giglioti & Matsuoka, 2000).

La raya roja puede resultar en un daño destructivo. Por ejemplo, en países como Pakistan, en el que la enfermedad se presenta con frecuencia, ha provocado el abandono de programas de desarrollo de nuevas variedades en caña de azúcar, mientras que en Argentina el grado de daño sobrepasa el 30% lo que provoca pérdidas económicas a los productores (Fontana et al., 2013, 2016) además de disminuir el contenido de sacarosa. El problema de su detección temprana es que el periodo de incubación del agente causal es largo.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue diseñar un proceso sensible y específico, que permita a través de genes específicos, confirmar la presencia del patógeno especialmente en plantas que no presentan síntomas y detectar oportunamente la enfermedad. Este proceso además puede emplearse para

detectar la bacteria en agua, suelo y aire lo que beneficia a la producción de caña de azúcar, para tener un seguimiento del patógeno en el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la zona productora de caña de azúcar de la región centro golfo del estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional y Actopan. Se identificaron los sitios en los que se presentan síntomas característicos de raya roja. Se tomaron los datos de la sintomatología presente en las plantas, así como las características edafoclimáticas, físicas y biológicas de la parcela, variedad de caña de azúcar, tiempo de siembra y manejo agronómico que se le realiza. Se tomaron fragmentos de tejido vegetal de plantas que presentaron la sintomatología característica a raya roja y plantas asintomáticas. Se transportaron al Laboratorio de Biología Molecular del Tecnológico Nacional de México Campus Úrsulo Galván para la detección del patógeno mediante la amplificación de genes especie específicos.

Las muestras se colocaron en bolsas plásticas con papel absorbente, para conservarlas hasta su procesamiento. Se fraccionaron hojas en sobres de papel y se almacenaron en refrigeración a 4 °C. Para confirmar la presencia del agente causal de raya roja en plantas, se realizó mediante técnicas moleculares (PCR especie-específica). La extracción de ADN del tejido vegetal, se realizó mediante el procedimiento indicado por el fabricante del kit Wizard® Genomic DNA Purification. La cantidad y calidad del ADN extraído se determinó mediante la absorbancia 260/280 nm utilizando el espectrofotómetro. Para evaluar el grado de degradación/integridad del ADN se llevó a cabo una electroforesis en gel de agarosa al 0.8% (TBE 0.5X) en una cámara horizontal a 100 V. Los geles se tiñieron en 100 mL de solución TBE 1X adicionada con 2 µL de bromuro de etidio (10 mg mL⁻¹) durante 20 min y se visualizaron con un sistema de fotodocumentación. Para la amplificación del producto de 550 pb, se emplearon los oligonucleótidos especie específico Oaf1 (5'-GTCGGTGCTAACGACATGG-3') y Oar1 (5'-AGACATCTCCGCTTTCTTTCAA-3'). La amplificación se llevó a cabo en un volumen de reacción de 25 µL que consistió en 1X tampón PCR, 2.5 mM MgCl₂, 1

U Taq DNA pol (Promega®), 0.20 mM dNTPs, 0.4 µM de cada iniciador (Oaf1/Oar1), y 1 µL de DNA genómico. La amplificación se realizó en un termociclador (pQlab®), bajo el siguiente programa de ciclos térmicos: 94 °C por 5 min, 35 ciclos de 94 °C por 1 min, alineamiento a 55°C por 30 s y extensión a 72°C por 1 min; seguido de una extensión final a 72°C durante 7 min (Song et al., 2003). Los fragmentos de ADN amplificados se separaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1% (TBE 0.5 X) y en las mismas condiciones que los geles de ADN.

RESULTADOS

En la zona productora de caña de azúcar de la región centro golfo del estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional y Actopan, se localizaron sitios en los que se presentan síntomas característicos de raya roja (Figura 1). En estos sitios se tomaron los datos correspondientes a sintomatología presente en las plantas, los cuales incluyeron líneas paralelas las venas de las hojas cubriendo todo lo largo de las mismas (Figura 2). Se tomó registro de las condiciones edafoclimáticas, físicas y biológicas de la parcela, variedad de caña de azúcar, tiempo de siembra y manejo agronómico que se le realiza (datos no mostrados en este trabajo). Se tomaron fragmentos de tejido vegetal de plantas que presentaron la sintomatología característica a raya roja (Figura 3).

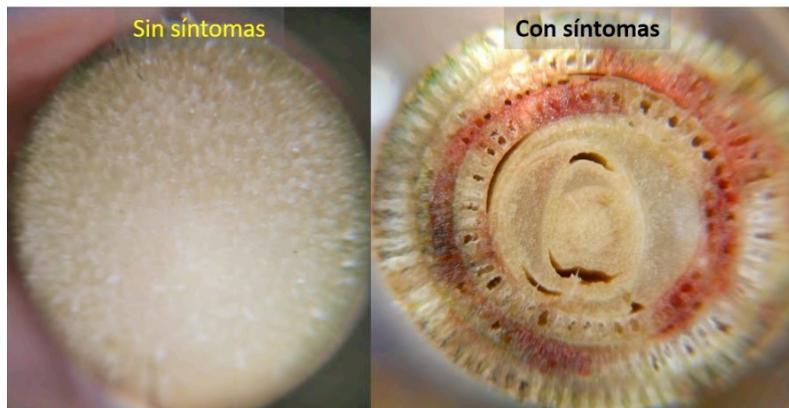
Figura 1. Fotografía aérea en la que se observan los daños en campo provocados por la enfermedad raya roja.



Figura 2. Fotografía de plantas de caña de azúcar en las que se observan los síntomas provocados por la enfermedad raya roja.



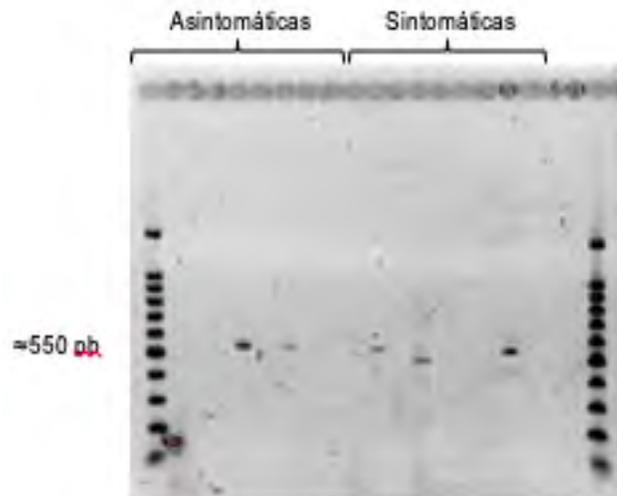
Figura 3. Fotografía de tallos de caña de azúcar en las que se observan los daños en planta provocados por la enfermedad raya roja



A los tejidos sintomáticos y asintomáticos se les realizó la extracción de ADN y posteriormente se amplificó el gen especie específico para *Aaa*. De un total de 20 muestras (10 con síntomas y 10 asintomáticas), de las cuales tres muestras provenientes de plantas asintomáticas y dos con síntomas, amplificaron una banda de 550 pb correspondientes al gen esperado (Figura 4).

Lo anterior nos da un indicio de la presencia del agente causal de raya roja *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* en la zona de abasto de caña de azúcar de la región centro golfo del estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional y Actopan.

Figura 4. Electroforesis en gel agarosa 1.0% de la amplificación del gen específico de *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* en plantas asintomáticas y con síntomas



DISCUSIÓN

En el mundo se considera a *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* como el agente causal de la raya roja en caña de azúcar, sin embargo, en la región centro golfo del estado de Veracruz productora de caña de azúcar, principalmente en los municipios de Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional y Actopan no existen datos que confirmen la asociación de este patógeno con la presencia de raya roja en la zona. Esto debido a que en la región se carece de mecanismos de detección rápidos y confiables, lo que representa un grave preocupación debido a lo que representa el patosistema caña de azúcar-raya roja, esta preocupación también se refleja en trabajos realizados en Argentina en los que se reporta la presencia de esta bacteria fitopatógena (Fontana et al., 2013).

En los campos sembrados con caña de azúcar muestreados en este trabajo, se observaron síntomas característicos de la enfermedad de raya roja, los cuales concuerdan con los descritos con anterioridad en caña de azúcar (Fontana et al., 2013; Girard et al., 2014; Johnson et al., 2016).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se pudo constatar que plantas de caña de azúcar, aunque no presentan síntomas característicos de la enfermedad raya roja, si cuentan con la presencia del patógeno lo que provoca la diseminación de la enfermedad por parte de los productores. Esto debido a que la

caña de azúcar es un cultivo que se propaga asexualmente a través de fragmentos de tallos los cuales no tienen control fitosanitario durante la siembra y al ser la enfermedad raya roja altamente contagiosa se puede transmitir fácilmente. Autores sugieren que para disminuir la diseminación del patógeno se deben monitorear las plantas que se sembrarán, y que la detección en etapas tempranas de la infección a través de sintomatología es complicada (Shan et al., 2017).

Al igual que en este trabajo, diversos autores sugieren que las técnicas moleculares, como la PCR empleando oligonucleótidos especie específicos, son efectivas para la detección molecular de numerosos patosistemas en los que se incluyen los patovares de bacterias (Khoodoo & Jaufeerally-Fakim, 2004; Pooler et al., 1996).

Los resultados obtenidos en cuanto a la presencia de *Aaa* en plantas de caña de azúcar, en este trabajo se logró determinar mediante el uso de oligonucleótidos especie específicos, resultados que concuerdan con lo publicado anteriormente en donde reportan una detección directa del agente causal de raya roja *Acidovorax avenae* a partir de hojas de caña de azúcar empleando el método de PCR especie específica desarrollado a partir de la extracción del ADN total de las hojas de caña de azúcar (Fontana et al., 2013).

CONCLUSIONES

En la zona golfo centro del estado de Veracruz principalmente en los municipios de Úrsulo Galván, La Antigua, Puente Nacional y Actopan se detectó en campo, la presencia de síntomas característicos de la enfermedad de raya roja provocada por la bacteria fitopatógena *Acidovorax avenae*.

La detección directa del agente causal de raya roja empleando oligonucleótidos especie específicos constituye una herramienta molecular rápida y confiable para la identificación del patógeno sin la necesidad de aislar las colonias bacterianas.

Lo anterior permite la detección temprana del agente causal de la raya roja en lotes caña de azúcar que se emplearán como semilla, así como el monitoreo de la dispersión natural del patógeno, su seguimiento en campo y detección de células bacterianas en el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, N. F., Shuangchun, Y., Rongman, C., Clarke, C. R., Morris, C. E., Schaads, N. W., Schuenzel, E. L., Lacy, G. H., Xiaoan, S., Jones, J. B., Castillo, J. A., Bull, C. T., Leman, S., Guttman, D. S., Setubal, J. C., & Vinatzer, B. A. (2010). PAMDB, a multilocus sequence typing and analysis database and website for plant-associated microbes. *Phytopathology*, *100*(3), 208–215. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-3-0208>
- Edgerton, C. W. (1959). *Sugar Cane and its Diseases*. Louisiana State University Press.
- Fontana, P. D., Fontana, C. A., Bassi, D., Puglisi, E., Salazar, S. M., Vignolo, G. M., & Coccocelli, P. S. (2016). Genome sequence of *Acidovorax avenae* strain T10_61 associated with sugarcane red stripe in Argentina. *Genome Announcements*, *4*(1). <https://doi.org/10.1128/genomeA.01669-15>
- Fontana, P. D., Rago, A. M., Fontana, C. A., Vignolo, G. M., Cocconcelli, P. S., & Mariotti, J. A. (2013). Isolation and genetic characterization of *Acidovorax avenae* from red stripe infected sugarcane in Northwestern Argentina. *European Journal of Plant Pathology*, *137*(3), 525–534. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0263-y>
- Giglioti, E. A., & Matsuoka, S. (2000). False red stripe. In B. J. Rott, P.; Bailey, R. A.; Comstock, J. C.; Croft (Ed.), *A guide to sugarcane diseases* (pp. 27–31). Montpellier: Cirad Publications Service.
- Girard, J. C., Noëll, J., Larbre, F., Roumagnac, P., & Rott, P. (2014). First report of *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* causing sugarcane red stripe in Gabon. In *Plant Disease* (pp. 684–684). <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-13-0914-PDN>
- Johnson, R. M., Grisham, M. P., Warnke, K. Z., & Maggio, J. R. (2016). Relationship of soil properties and sugarcane yields to red stripe in Louisiana. *Phytopathology*, *106*(7), 737–744. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-15-0218-R>
- Khoodoo, M. H. R., & Jaufeerally-Fakim, Y. (2004). RAPD-PCR fingerprinting and southern analysis of *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* strains isolated from different aroid hosts and locations. *Plant Disease*, *88*(9), 980–988. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.9.980>
- Li, X. Y., Sun, H. D., Rott, P. C., Wang, J. D., Huang, M. T., Zhang, Q. Q., & Gao, S. J. (2018). Molecular identification and prevalence of *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* causing red stripe of sugarcane in China. *Plant Pathology*, *67*(4), 929–937. <https://doi.org/10.1111/ppa.12811>

- Lyon, H. L. (1922). A leaf disease of the Tip canes. *Proceedings Hawaii Sugar Plant Association*, 246.
- Maccheroni, W., & Matsuoka, S. (2006). Manejo das principais doenças da cana-de-açúcar. *Atualização Em Produção de Cana-de-Açúcar*, 239–280.
- Martin, J. P., Wismer, C. A., & Ryan, C. C. (1989). Red stripe. In *Diseases of Sugarcane* (pp. 81–95). <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-42797-7.50009-0>
- Pooler, M. R., Ritchie, D. F., & Hartung, J. S. (1996). Genetic relationships among strains of *Xanthomonas fragariae* based on random amplified polymorphic DNA PCR, repetitive extragenic palindromic PCR, and enterobacterial repetitive intergenic consensus PCR data and generation of multiplexed PCR primers usefu. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(9), 3121–3127. <https://doi.org/10.1128/aem.62.9.3121-3127.1996>
- Rott, P., & Davis, M. J. (2000). Red stripe (top rot). In P. Rott (Ed.), *A guide to sugarcane diseases* (pp. 60–62). Editions Quae.
- Schaad, N. W., Postnikova, E., Sechler, A., Claflin, L. E., Vidaver, A. K., Jones, J. B., Agarkova, I., Ignatov, A., Dickstein, E., & Ramundo, B. A. (2008). Reclassification of subspecies of *Acidovorax avenae* as *A. Avenae* (Manns 1905) emend., *A. cattleyae* (Pavarino, 1911) comb. nov., *A. citrulli* Schaad et al., 1978) comb. nov., and proposal of *A. oryzae* sp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 31(6–8), 434–446. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2008.09.003>
- Shan, H., Li, W., Huang, Y., Wang, X., Zhang, R., Luo, Z., & Yin, J. (2017). First detection of sugarcane red stripe caused by *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* in Yuanjiang, Yunnan, China. *Tropical Plant Pathology*, 42(2), 137–141. <https://doi.org/10.1007/s40858-017-0132-x>
- Song, W. Y., Kim, H. M., Hwang, C. Y., & Schaad, N. W. (2004). Detection of *Acidovorax avenae* ssp. *avenae* in rice seeds using BIO-PCR. *Journal of Phytopathology*, 152(11–12), 667–676. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2004.00914.x>
- Song, W. Y., Sechler, A. J., Hatziloukas, E., Kim, H. M., & Schaad, N. W. (2003). Use of PCR for Rapid Identification of *Acidovorax avenae* and *A. avenae* subsp. *citrulli*. In *Pseudomonas syringae and related pathogens* (pp. 531–544). https://doi.org/10.1007/978-94-017-0133-4_59
- Willems, A., Goor, M., Thielemans, S., Gillis, M., Kersters, K., & Deley, J. (1992). Transfer of several phytopathogenic *Pseudomonas* species to *Acidovorax* as *Acidovorax avenae* subsp *avenae* subsp. nov., com. nov., *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, *Acidovorax avenae* subsp *cattleyae*, a. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 42(1), 107–119.

EVALUACIÓN DE VARIABLES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CONDICIONES ÓPTIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN EL INVERNADERO DEL ITSPE

DANIEL BELLO PARRA¹, FÉLIX MURRIETA DOMINGUEZ², ALBERTO CEBALLOS,³
MIGUEL ALBERTO RINCÓN PINZÓN.⁴

RESUMEN

El forraje verde hidropónico, consiste en una novedosa alternativa de producción, un modo de sembrar que no requiere tierra, la planta crece sólo con agua. Este documento tiene como objetivo analizar y evaluar las variables para la implementación de condiciones óptimas en la producción de forraje verde hidropónico en el invernadero del ITSPe, utilizando herramientas básicas de calidad, para su diagnóstico y obtener una mejor cosecha. Al detectar las condiciones óptimas se busca controlar las variables físicas más sensibles como temperatura, humedad y pH que puedan afectar la calidad de vida de la planta y sus propiedades alimenticias. Con el material obtenido se elaborará un manual de procedimiento que permita el uso correcto de las condiciones necesarias dentro del invernadero y sea parte fundamental para el diseño e implementación de sistema automatizado y aplicación para el control y monitoreo de variables del invernadero como formación del proyecto financiado por el TecNM.

Palabras Claves: Analizar, Evaluar, Variable, Proceso, Invernadero.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. daniel.bello@perote.tecnm.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. felix.murrieta@perote.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Perote. alberto.cebillos@perote.tecnm.mx

⁴ Universidad Popular del Cesar. miguelrincon@unicesar.edu.com

ABSTRACT

The hydroponic green foddering, consists on a novel production alternative, a way of sowing that requires no soil, and the plant grows only with water. This document aims to analyse and evaluate the variables for the implementation of optimal conditions in the production of hydroponic green foddering in the ITSPE greenhouse, that are found inside the production process, using basic quality tools, for its diagnosis and to obtain a better harvest. By detecting the optimal conditions it is searched to control the most sensible physical variables like temperature, moisture and pH that can affect the quality of life of the plant and its food properties. With the obtained material it will be developed a procedure that allows the correct use of the necessary conditions within the greenhouse and to be a key part for the design and implementation of an automated system and application for the control and monitoring of greenhouse variables as a training of the TecNm- funded project.

Key Words: Analyse, evaluate, variable, process greenhouse.

INTRODUCCIÓN

El invernadero de forraje verde hidropónico surgió como un proyecto con financiamiento por parte del Tecnológico Nacional de México, con el fin de construir dicho invernadero, el cual tiene como propósito comercializar el forraje verde hidropónico en la región de Perote, Ver.

El FVH, consiste en una novedosa alternativa de producción, un modo de sembrar que no requiere tierra ni nutrientes, la planta crece sólo con agua (Resh, 1997). Técnicamente, la producción de FVH es una tecnología de desarrollo de biomasa vegetal obtenida a partir de semillas con un buen poder germinativo para producir un forraje vivo de alta digestibilidad, calidad nutricional y apta para la alimentación de animales (Cordes, 2015) ya sean, bovinos, porcinos, equinos, caprinos, etc. En la producción de FVH se utiliza sustratos, la semilla seleccionada debe crecer sobre charolas en donde se realizará fertirriego durante su etapa de crecimiento.

La investigación habla sobre la evaluación de variables físicas y el análisis de factores que intervienen en la producción de forraje verde. De estas variables y

factores depende el incremento en la producción y la obtención de un mejor producto.

Las variables a evaluar son: temperatura, humedad y pH, con la finalidad de saber que tan versátil es el cambio de clima dentro del invernadero y así mismo, el invernadero pueda ser automatizado, permitiendo controlar dichas variables físicas. En primera instancia se conocerá la operatividad del invernadero de forraje verde hidropónico, mediante la elaboración de mapas de proceso. La recolección de datos de las variables que intervienen en el proceso productivo servirá para realizar un análisis estadístico mediante herramientas estadísticas, las cuales se elaborarán en el programa Minitab 2017, con la finalidad de implantar los valores específicos idóneos que servirán de base para una posterior automatización del invernadero. Al realizar el diagnóstico estadístico, los resultados obtenidos, aportarán información necesaria sobre las condiciones predeterminantes, mediante gráficas X-R elaboradas en el programa de Minitab 2017. Este trabajo además servirá para realizar documentación escrita en Microsoft Word 2013, bajo la normatividad vigente basados en procedimientos que estandaricen el proceso de cultivo controlando las variables físicas analizadas.

DESARROLLO

II.1 Pregunta de investigación

¿El uso de herramientas de control estadístico ayudará a detectar la fluctuación y evaluar las variables que intervienen en la producción de forraje verde hidropónico garantizando con ello un producto de buena calidad?

II.2 Tipo de estudio

Descriptivo e in situ.

II.3 Variables de estudio

- Conceptual: Se realiza un seguimiento en el proceso de cultivo de forraje verde hidropónico dentro del invernadero del ITSPe.

- Operacional: A través de herramientas estadísticas, se analizan las variables que intervienen en la producción de FVH, en relación a la variabilidad que cada una de estas presenta.

II.4 Objetivo general

Evaluar las variables que intervienen en el proceso de cultivo para establecer las condiciones óptimas de producción de forraje verde hidropónico en el invernadero

II.6 Marco Teórico

a) Invernadero

Invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas y fuera de temporada.

(Ruano, 2003)

b) Invernadero hidropónico

Un invernadero hidropónico es aquel que dispone de la tecnología y sistemas necesarios para la realización de un cultivo siguiendo los principios de la hidroponía, Sistema de regadío por el cual las raíces de los cultivos reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos necesarios para el desarrollo de las plantas, las cuales pueden crecer directamente sobre la solución mineral, o bien en un sustrato o medio inerte (Valdivia, E. 1996)

c) Cultivo hidropónico

Técnica agrícola puntera tecnológicamente que aumenta considerablemente la productividad, produciendo más cosecha con menos agua. Además, con esta técnica se consigue una agricultura sostenible dado que aprovecha muy bien los recursos, el espacio y sustituye los pesticidas por el empleo de los depredadores naturales de las plagas de los cultivos (Palacios, 1995)

d) Control estadístico de la calidad

Se define como la aplicación de diferentes técnicas estadísticas aplicadas a procesos industriales (mano de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad “la aptitud del producto y/o servicio para su uso. (Ochoa, 2011)

e) Variabilidad

Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso (Gutiérrez y De la Vara, 2013).

f) Temperatura

La temperatura ambiente es la que está comprendida entre las temperaturas que la gente prefiere para lugares cerrados. Representa el rango en el cual el aire no se siente ni muy frío ni caliente cuando se usa ropa de entrecasa (Roel, A. 1997).

g) Humedad relativa

La humedad relativa del aire es un término utilizado para describir la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire. La humedad relativa del aire es el cociente entre la presión parcial del vapor de agua en relación a la presión de vapor saturada a una temperatura dada. (Roel, A. 1997).

h) pH

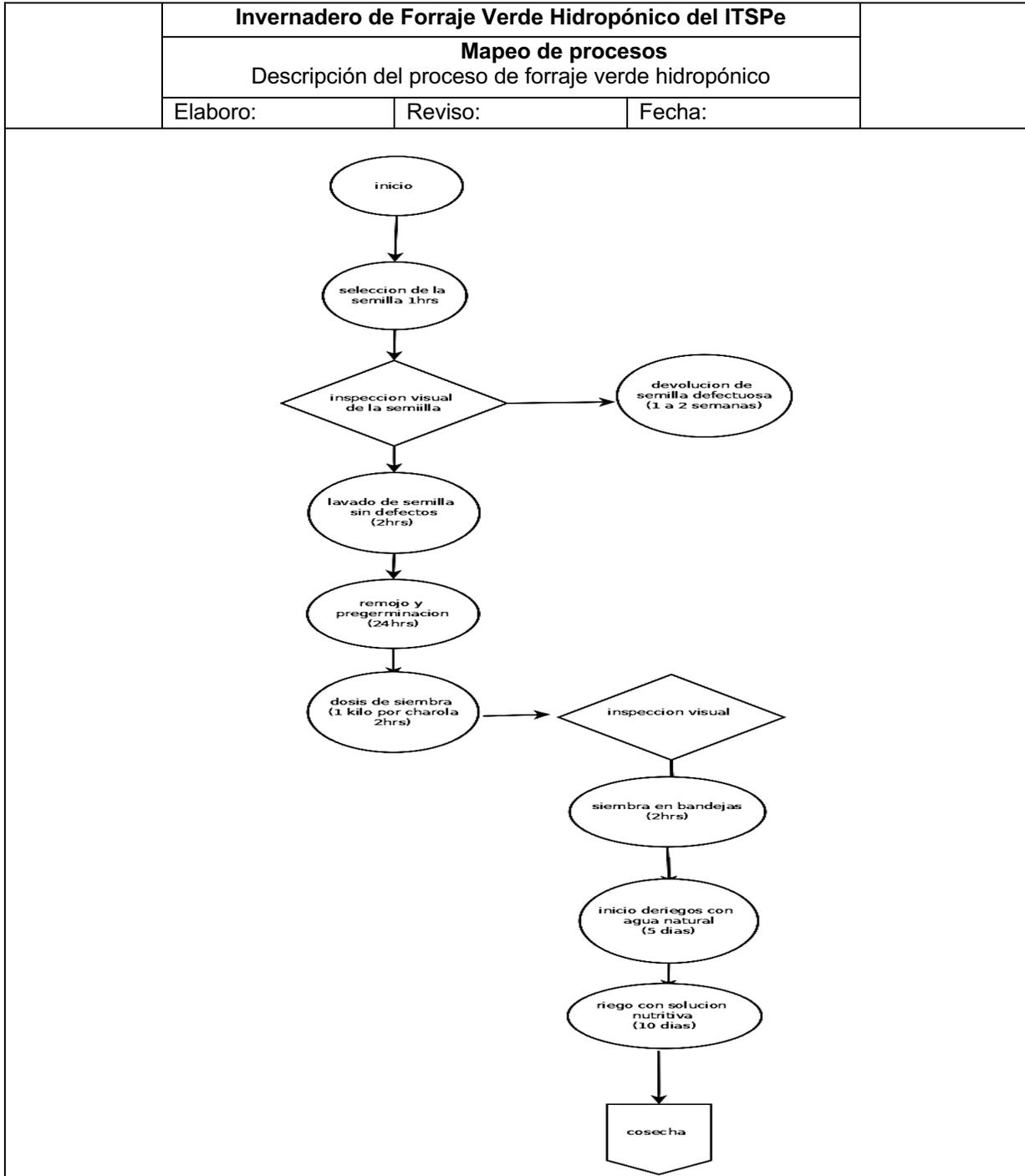
El pH es la forma en que se expresa la acidez o alcalinidad de una sustancia a partir de su concentración molar de protones o potencial de hidrógeno. A partir del estudio del comportamiento del agua como ácido y base se creó una escala que va desde 0 hasta 14, correspondiendo los valores menores de 7 a la acidez y los mayores de 7 a la alcalinidad de la sustancia en cuestión, siendo en este caso el 7 un valor que corresponde a un pH neutro. (Sánchez, 2000).

RESULTADOS

III.1 Descripción del proceso

Se desarrolló un mapeo de proceso para describir el proceso que se lleva para el cultivo de forraje verde hidropónico. (Ver cuadro 1)

Cuadro 1. Mapa de procesos



Fuente: Elaboración propia

III.2 Material y métodos

Las instalaciones utilizadas pertenecen al invernadero de FVH ubicado a un costado del laboratorio de Ingeniería industrial. Para el cultivo de forraje verde hidropónico se utilizaron 2 tipos de semilla, maíz y cebada, para cada una de ellas se utilizó una densidad de siembra de 1 kg por charola. Las dimensiones de las charolas utilizadas son de 0.90 m de largo por 0.30 m de ancho, con un área de 0.27 m².

El trabajo inicia al pesar el material de acuerdo a la densidad de siembra. El maíz se coloca en un tonel limpio con la finalidad de poner a remojar la semilla, se vierte agua a razón del doble del peso de la semilla. Se deja remojando la semilla durante 8 horas con una solución de cal hidra. La solución que se vierte equivale al doble del peso inicial de la semilla.

Después se drena esa solución, se escurren las semillas y se procede a colocarlas en cada charola ya especificada con la cantidad de semilla, previamente lavada y desinfectada.

Una vez puestas las semillas en cada charola se le coloca un hule negro ya que al mantener en oscuridad las semillas durante su etapa de germinación es fundamental estimular el desarrollo precoz de las plantas, esto porque todas las plantas tienen la "intención" de crecer lo antes posible para empezar a percibir los rayos solares, al tener todo oscuro se hace "creer" a la semilla que le falta lograrse para poder descubrir los primeros rayos luminosos lo que dará un mayor crecimiento en las primeras etapas. .

El material de riego que se utilizó son conductos de PVC y micro aspersores. El riego se da cada 3 horas con una duración de un minuto, cabe mencionar que las temperaturas dentro del invernadero eran muy variadas debido a las condiciones climáticas del exterior, a partir de este día se colocó iluminación para optimizar el proceso de fotosíntesis en el forraje.

III.3 Diagnóstico del proceso.

La evaluación de las variables que intervienen en la producción de forraje verde se realizó durante 15 días, donde se tomaron 3 lecturas de humedad, temperatura y una lectura de pH por cada día, posteriormente se realizó una hoja de verificación

donde se registraron cada uno de los datos obtenidos para así mismo poder evaluarlos en base al estudio estadístico que se realizó. (Ver cuadro 2)

Para fines demostrativos en la utilización de herramientas estadísticas, solo se analizará la semilla de maíz, haciendo una comparación de resultados al final del de la representación de las herramientas utilizadas.

Cuadro 2. Hoja de verificación de variables semilla de maíz.

N° DE SIEMBRA: 1		TIPO DE SEMILLA: Maíz		DIA DE SIEMBRA : 12-septiembre-2019		DIA DE COSECHA: 27-septiembre-2019	
DÍA	FECHA	HORA	pH	TEMPERATURA	HUMEDAD	OBSERVACIONES	
1	12-sep-19	10:00 a. m.	5.80	28	75		
		12:00 a. m.					
		03:00 p. m.					
2	13-sep-19	10:00 a. m.	6.20	15	64		
		12:00 a. m.		22	69		
		03:00 p. m.		27	77		
3	14-sep-19	10:00 a. m.	6	17	78		
		12:00 a. m.		20	74		
		03:00 p. m.		29	66		
4	15-sep-19	10:00 a. m.	6.47	25	63		
		12:00 a. m.		26	65		
		03:00 p. m.		27	72		
5	16-sep-19	10:00 a. m.	6.49	19	61	germino la planta	
		12:00 a. m.		25	69		
		03:00 p. m.		30	61		
6	17-sep-19	10:00 a. m.	6.30	16	62		
		12:00 a. m.		23	72		
		03:00 p. m.		28	77		
7	18-sep-19	10:00 a. m.	6.28	18	71		
		12:00 a. m.		24	62		
		03:00 p. m.		31	76		
8	19-sep	10:00 a. m.	6.09	15	80		
		12:00 a. m.		23	64		
		03:00 p. m.		27	60		
9	20-sep-19	10:00 a. m.	6.11	20	76		
		12:00 a. m.		23	66		
		03:00 p. m.		29	75		
10	21-sep-19	10:00 a. m.	6.24	17	70		
		12:00 a. m.		22	65		
		03:00 p. m.		27	61		
11	22-sep-19	10:00 a. m.	6.23	16	76		
		12:00 a. m.		25	62		
		03:00 p. m.		30	70		
12	23-sep-19	10:00 a. m.	6.20	19	75		
		12:00 a. m.		23	63		
		03:00 p. m.		26	64		
13	24-sep-19	10:00 a. m.	5.56	16	72		
		12:00 a. m.		22	61		
		03:00 p. m.		28	72		
14	25-sep-19	10:00 a. m.	6.63	17	71		
		12:00 a. m.		25	60		
		03:00 p. m.		29	73		
15	26-sep-19	10:00 a. m.	6.28	18	60		
		12:00 a. m.		21	76		
		03:00 p. m.		27	67		

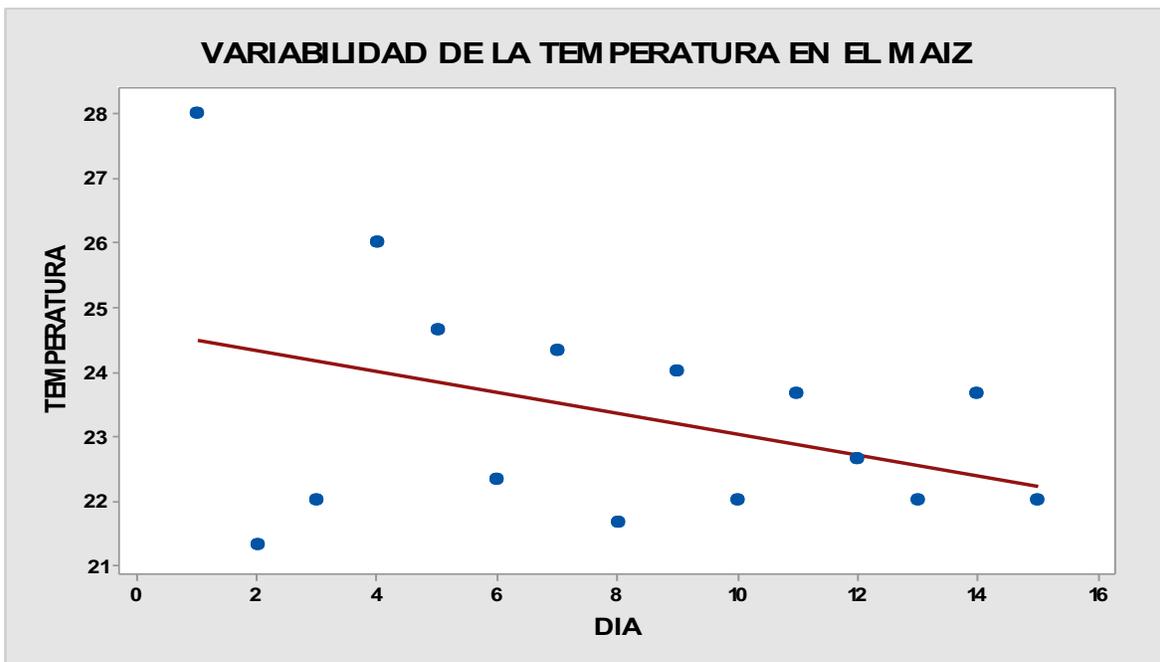
Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2013)

De acuerdo al análisis estadístico se analiza la variabilidad que presenta la temperatura y la humedad en el cultivo de FVH, por lo que se estableció que esta cambia de manera constante debido a que el clima del exterior cambia radicalmente en el transcurso del día, pero manteniéndose dentro de los límites establecidos.

III4. Análisis de variabilidad de la temperatura semilla de maíz

Se utiliza un diagrama de dispersión (Ver cuadro 3) para analizar la variabilidad de la temperatura que se presenta dentro del invernadero la cual es positivamente dispersa, ya que esta cambia de manera continua y de acuerdo al clima que se presenta los días de siembra, resultando favorable para la producción de forraje, y dentro del rango de temperatura.

Cuadro 3. Diagrama de dispersión semilla de maíz.

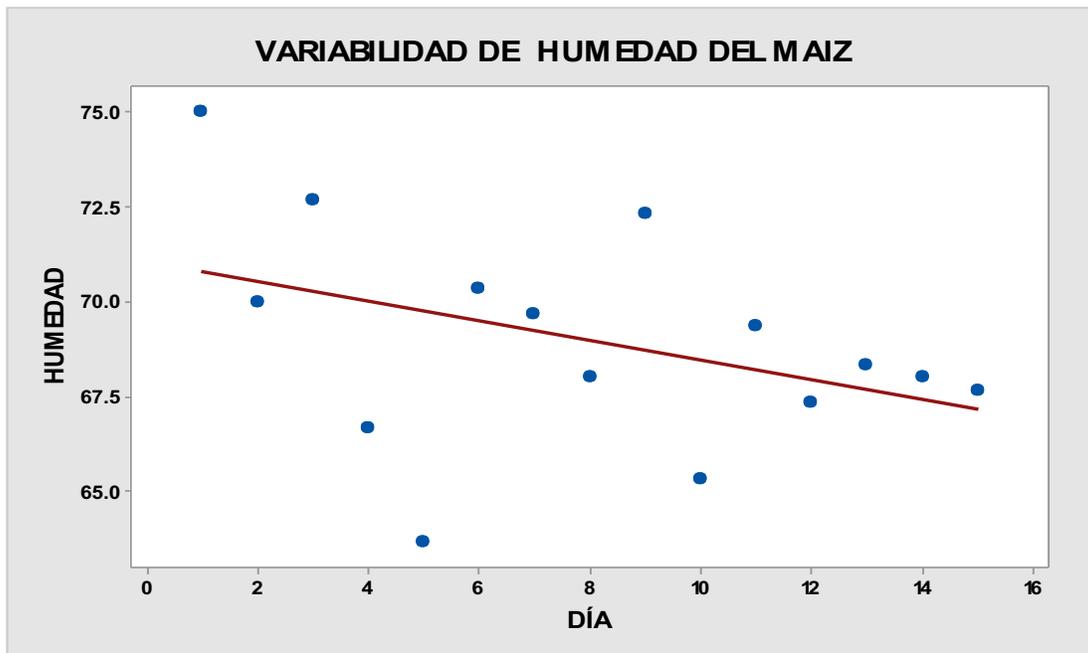


Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2013)

III5. Análisis de variabilidad en la humedad semilla de maíz

Se utiliza un diagrama de dispersión (Ver cuadro 4) para analizar la variabilidad de la humedad que se presenta dentro del invernadero, la cual es positivamente dispersa, ya que esta cambia de forma constante en relación al clima en que esta se encuentre, por lo cual la humedad es considerada para la producción de forraje verde

Cuadro 4. Diagrama de dispersión semilla de maíz.

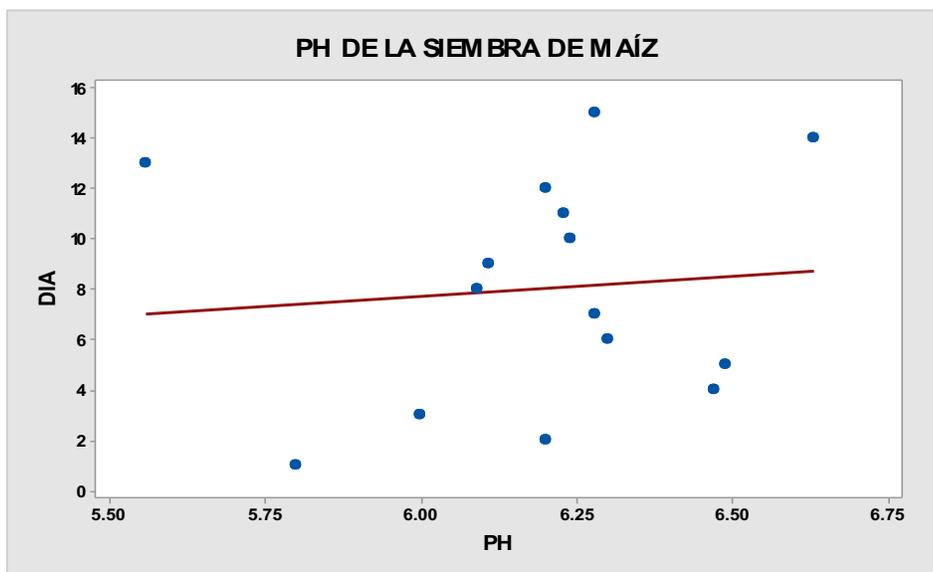


Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2013)

III.6. Análisis de variabilidad en el pH semilla de maíz

La variabilidad del pH que presenta el agua es dispersamente positiva, ya que el pH cambia en relación a la temperatura en la que se encuentre el agua, es por ello, que es considerable para la siembra de maíz.

Cuadro 5. Diagrama de dispersión semilla de maíz.



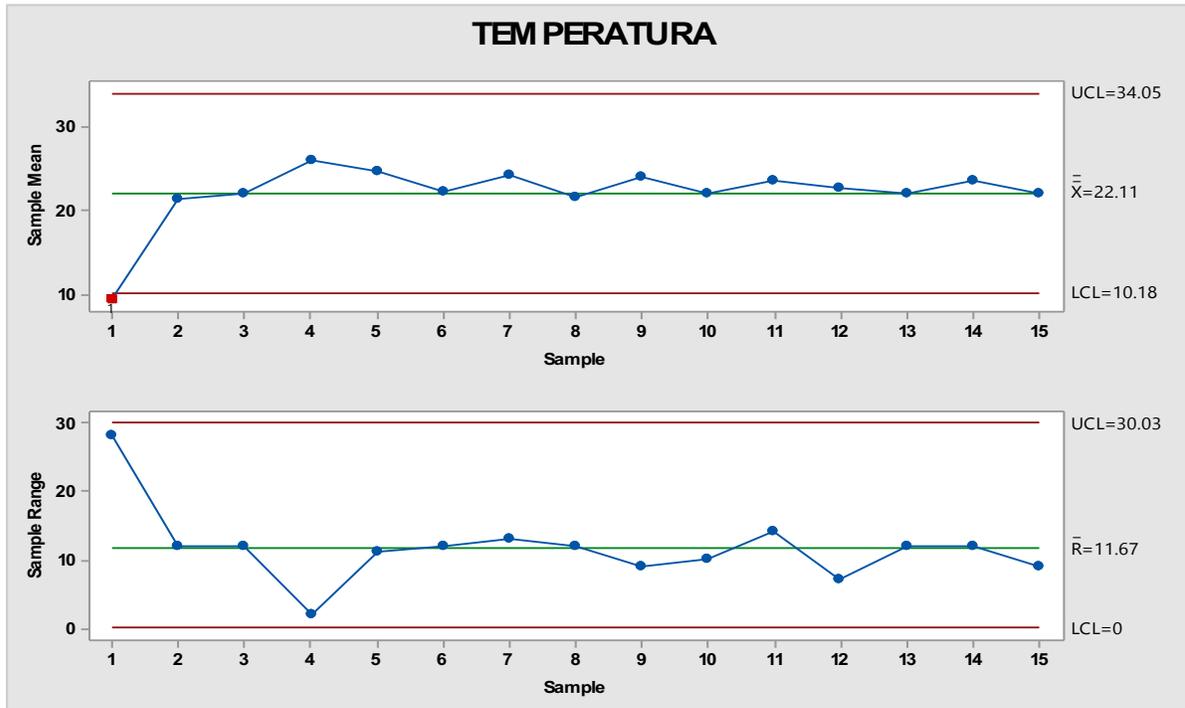
Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2013)

III7. Análisis de temperatura semilla de maíz

La temperatura promedio que se presenta en la grafica XR, muestra que se encuentra dentro del margen establecido y esta bajo control dentro de los limites que se establecen.

El rango de la temperatura se encuentra estable, los datos obtenidos en la muestra no son tan variados. (Ver cuadro 6)

Cuadro 6. Gráfica XR Temperatura semilla de maíz.



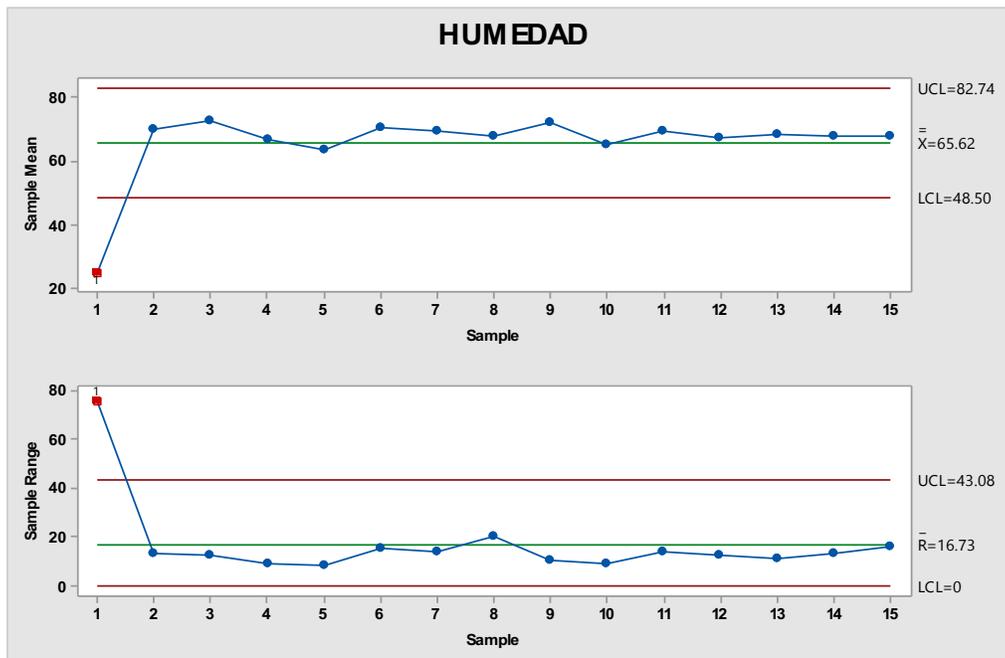
Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2013)

III8. Análisis de humedad semilla de maíz

La humedad promedio que se presenta en la grafica XR, muestra que se encuentra dentro del margen establecido y esta bajo control dentro de los limites que se establecen.

El rango de la humedad se encuentra inestable, a pesar de que los datos se encuentran dentro de los limites. (Ver cuadro 7)

Cuadro 7. Gráfica de control XR Humedad semilla de maíz.



Fuente: Elaboración propia con base a Gutiérrez (2009)

III.8. Resultados entre ambas semillas

Durante la producción de FVH de la semilla de maíz, la temperatura no favoreció la cosecha, debido a las condiciones climáticas que se presentaron, no se desarrolló toda la planta. Hubo charolas que no germinó toda la semilla y plantas que no alcanzaron la altura adecuada, cabe mencionar que hubo charolas donde se secó la semilla debido a la falta de agua (la falta de agua se debió a que personas ajenas al invernadero hicieron averías en el Rotoplas) e inclusive los aspersores se taponeaba y no regaban la misma cantidad de agua para todas las charolas.

En la producción de la semilla de cebada, la temperatura y la humedad favorecieron la cosecha, la planta alcanzó la altura adecuada y la semilla si germinó, se presenta el mismo problema de riego, no todos los aspersores regaban la misma cantidad de agua.

El análisis estadístico (cuadro 8) muestra la diferencia significativa entre las semillas, con una temperatura de 22.11° y 20.49 para el maíz y la cebada respectivamente, como se observa la temperatura es mayor en el maíz y menor en la cebada.

Cuadro 8: comparación de temperatura (maíz/cebada)

SEMILLA	PROMEDIO DE LA TEMPERATURA
Maíz	22.11
Cebada	20.49

Fuente: Propia de la investigación

El análisis estadístico (cuadro 9) muestra la diferencia significativa entre las semillas, con una humedad de 65.62 y 65.93 para el maíz y la cebada respectivamente, como se puede observar la humedad es mayor en la cebada y menor en el maíz.

Cuadro 9: comparación de humedad (maíz/cebada)

SEMILLA	PROMEDIO DE LA HUMEDAD
Maíz	65.62
Cebada	65.93

Fuente: Propia de la investigación

El análisis estadístico (cuadro 10) muestra la diferencia significativa entre las semillas, con un PH de 5.80 y 6.20 para el maíz y la cebada respectivamente, como se puede observar el pH es mayor en la cebada y menor en el maíz.

Cuadro 10: comparación del pH (maíz/cebada)

SEMILLA	PROMEDIO DE PH
Maíz	5,80
Cebada	6.20

Fuente: Propia de la investigación

III9. Costo beneficio

Finalmente se hizo una comparación del costo de la semilla comprada y el costo de la cosecha obtenida de la misma, mediante un análisis de costo beneficio (ver cuadro 11)

Cuadro 11: Costo beneficio

COSTO BENEFICIO				
SEMILLA	COSTO DE SEMILLA	Kg. DE SIEMBRA	Kg. DE COSECHA	COSTO POR KILO COSECHADO
MAÍZ	6 Kg	40 Kg	56.105 Kg.	\$ 15
CEBADA	8 kg	20 Kg.	86.684 Kg.	\$ 20

Fuente: Propia de la investigación

CONCLUSIÓN

Se evaluaron diferentes variables físicas que intervienen en la producción de forraje verde hidropónico, como: temperatura, humedad y pH, utilizando herramientas básicas de calidad y mediante aplicaciones e instrumentos de medición como hidrómetro, termómetro y pH metro.

Se observa que el rendimiento y la calidad del FVH puede ser influida por factores como: la calidad de la semilla, variedad, tiempo de remojo, temperatura, humedad, suministro de nutrientes, y la presencia de hongos o roedores que pueden perjudicar o hacer nula la producción del FVH.

Los resultados obtenidos dan un conocimiento favorable sobre las condiciones óptimas a las cuales se debe sujetar la cosecha del FVH, de manera que el invernadero pueda ser automatizado con la finalidad de controlar estas variables y saber qué tipo de semilla se desarrolla mejor dentro del invernadero

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordes G.; L. Brunetti; A. Fessia; J. Muñoz; A. Pérez y A. Magnino, 2015. Forraje verde hidropónico. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-mpinta_protocolo_de_forraje_hidroponico_pret_noroeste.pdf.
- Gutiérrez P. H. & De la Vara S. (2013). "Control estadístico de calidad y seis sigma". Mc Graw-Hill. México.
- Ochoa, P (2011) Control Estadístico de Calidad, 11 de octubre de 2011, Panamá
- Palacios, M.F.; & Nieri, F. (1995). Cultivo de Forraje Verde Hidropónico. Facultad de Ciencias Departamento de Biología. Laboratorio de Fisiología Vegetal Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Roel, A. (1997). Comportamiento de algunas variables climáticas en los ejercicios 1995/96 y 1996/97. In: Jornada anual de producción animal. Treinta y Tres: INIA. cap. 1. p.1-44. (Serie Actividades de Difusión 136)
- Sánchez, A. (2000). Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú.
- Valdivia, E. (1996). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Curso Taller Internacional de Hidroponía. Lima, Perú.

CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL GUSANO BARRENADOR (*Diatraea Saccharalis*) EN CAÑA DE AZÚCAR

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ¹, SALVADOR PAREDES RINCÓN², RICARDO MEJIA BARUCH.³

RESUMEN

El gusano barrenador es una plaga que causa baja productividad en el cultivo de la caña de azúcar, por ello durante el período febrero a mayo de 2019 en la comunidad Paso de Varas Municipio Puente Nacional, Ver., se evaluaron cuatro tratamientos; tres insecticidas químicos, un insecticida biológico y un testigo absoluto, bajo un diseño completamente al azar con seis repeticiones, a fin de conocer su eficiencia en el control del gusano barrenador (*Diatraea saccharalis*) en este cultivo. Cada unidad experimental fue de 4 surcos. Las variables dependientes fueron: altura de planta, número de tallos/cepa, canutos dañados, y corazones muertos. En los casos de significancia estadística, se procedió a la comparación de medias por el método de Student ($P < 0.05$). Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los insecticidas químicos y biológico, sin embargo, contra el testigo si se mostraron superiores ($P < 0.05$) en la variable de corazones muertos, los insecticidas químicos y biológico evaluados en este estudio representan una alternativa para disminuir los daños de corazones muertos causados por el gusano barrenador en la caña de azúcar.

Palabras clave: caña de azúcar, plaga, insecticidas, control.

ABSTRACT

The screwworm is a pest that causes low productivity in the cultivation of sugarcane, therefore during the period February to May 2019 in the Paso de Varas community Puente Nacional Municipality, Ver., Four treatments were evaluated; three chemical insecticides, a biological insecticide and an absolute control, under a completely

¹ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván. montesgutierrez55@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván. paredesrincon@yahoo.com.mx

³ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ursulo Galván. richi_mejia@hotmail.com

randomized design with six replications, in order to know their efficiency in controlling the screwworm (*Diatraea saccharalis*) in this crop. Each experimental unit was 4 rows. The dependent variables were: plant height, number of stems / strain, damaged joints, and dead hearts. In the cases of statistical significance, the means were compared by the Student's method ($P < 0.05$). The results indicated that there were no statistical differences ($P < 0.05$) between chemical and biological insecticides, however, against the control if they were superior ($P < 0.05$) in the variable of dead hearts, the chemical and biological insecticides evaluated in this study represent an alternative to reduce the damage of dead hearts caused by the screwworm in sugarcane.

Keywords: sugarcane, pest, insecticides, control.

METODOLOGÍA

El experimento se realizó en la comunidad de Paso de Varas del Municipio de Puente Nacional del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave México. Se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud (dec): 96.417778, Latitud (dec):19.357778. La localidad se encuentra a una mediana altura de 60 metros sobre el nivel del mar (Nuestro México 2019)

Clima cálido-regular con una temperatura promedio de 26.5° C; su precipitación pluvial media anual es de 979.3 mm. El Suelo es tipo vertisol, presenta anchas y profundas grietas en época de sequía, son suelos duros y con tonalidades negras, grises o rojizas (INEGI, 1999).

Se trabajó con la variedad de caña Cp. 72-2086, se aplicaron diferentes insecticidas químicos y un biológico para el control del gusano barrenador se hicieron 6 muestreos para ver la efectividad que tenía cada insecticida y poder obtener datos sobre el insecticida con mayor efectividad. La siembra de caña se realizó en el mes de marzo y se aplicaron los tratamientos en mayo 2019, considerando que es la etapa crítica por daños de esta plaga.

Tratamientos

Se evaluó el efecto de 3 insecticidas químicos y 1 biológico (*Beauveria bassiana*) en comparación con el testigo absoluto, se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Cada unidad experimental fue de 4 surcos. En el cuadro 1 se muestran los ingredientes activos de los insecticidas y dosis/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingrediente activo de los insecticidas y dosis/ha.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	GRAMOS	I.A.	DOSIS (ml)
INSECTICIDA QUIMICO 1	Lambdacihalotrina	10	10	100
	Clorantroliniprole	5	5	
INSECTICIDA QUIMICO 2	Clorantroliniprole	18.4	200	100
INSECTICIDA QUIMICO 3	Benzoato de emamectina	2.12	19.2	150
INSECTICIDA BIOLÓGICO	<i>Beauveria bassiana</i>			2000
TESTIGO				

Monitoreo de presencia y daño del gusano barrenador

En cada unidad experimental se observó a partir de 30 días después de la siembra que algunas plantas ya estaban muertas o infestadas por el gusano barrenador, una vez detectada la presencia de la plaga, se estableció el manejo para su control con diferentes insecticidas para conocer la efectividad de estos.

VARIABLES DE RESPUESTA MEDIDAS

Altura y grosor de tallo

Cada mes se tomaron medidas con una regla de madera graduada en centímetros 4 lecturas de puntos de crecimiento establecidos en cada unidad experimental, haciendo la medición desde la base del tallo hasta la última lígula visible; al mismo tiempo se midió el grosor del tallo en la parte del tercio medio del entrenudo.

Número de tallos y conteo de canutos

Cada mes se realizó el conteo de tallos molederos en cada unidad experimental, aplicando el método de cinco de bastos. Al mismo tiempo se realizó el conteo de canutos visibles totales desde la base del tallo.

Canutos dañados

Mediante la realización de un despalme de tallo se contabilizaron y observaron los canutos dañados por gusanos barrenadores.

Corazones muertos

Se contabilizaron con los tallos totales y los tallos muertos por corazón muerto, es un daño característico del gusano barrenador.

Infestación final

Al termino del experimento se cortaron 25 tallos desde la base y se contabilizaron la cantidad de tallos dañados entre la cantidad total dañados obtenidos. Índice de daño, como la cantidad de canutos dañados entre los canutos totales de los 25 tallos muestreados.

RESULTADOS

Altura del tallo

En el cuadro 2 se muestra la altura promedio de los tallos. Estadísticamente no mostro diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 2. Promedio de Altura de Tallos (cm)

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	1	2	3	4	5	6
INSECTICIDA QUIMICO 1	Lambdacihalotrina Clorantraliniprole	19.22	27.72	34.39	57.44	100.11	189.72
INSECTICIDA QUIMICO 2	Clorantraliniprole	20.72	27.00	35.50	56.33	120.39	207.94
INSECTICIDA QUIMICO 3	Benzoato de emamectina	22.44	30.22	37.78	61.50	120.72	204.67
INSECTICIDA BIOLOGICO	Beauveria bassiana	21.28	29.39	36.33	56.83	110.17	190.17
TESTIGO		22.50	29.89	34.72	57.94	102.33	193.89

Población de tallos por metro lineal

La población de cepas en los diferentes tratamientos sobresalió numéricamente el insecticida químico 1 con menor población (Cuadro 3), sin diferencia significativa respecto a los demás ($P>0.05$).

Cuadro 3. Promedio de Población de Tallos/cepa

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	1	2	3	4	5	6
INSECTICIDA QUIMICO 1	Labdacihalotrina Clorantraliniprole	21.93	21.87	23.47	23.40	18.57	16.10
INSECTICIDA QUIMICO 2	Clorantraliniprole	28.67	27.90	28.63	29.40	21.27	17.10
INSECTICIDA QUIMICO 3	Benzoato de emamectina	28.23	28.20	30.17	29.83	23.53	17.60
INSECTICIDA BIOLÓGICO	Beauveria bassiana	25.83	25.23	27.17	28.27	22.73	17.13
TESTIGO		25.67	24.73	27.30	27.63	22.93	17.43

Número de canutos

La cantidad de canutos se comportó de forma lineal, directamente proporcional al tiempo que trascurrieron las evaluaciones (Cuadro 4). Sin embargo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 4. Número promedio de canutos por tratamiento

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	1	2	3	4	5	6
INSECTICIDA QUIMICO 1	Labdacihalotrina Clorantraliniprole	8.61	10.67	11.83	14.28	16.33	17.89
INSECTICIDA QUIMICO 2	Clorantraliniprole	8.78	11.39	12.89	14.94	16.83	18.61
INSECTICIDA QUIMICO 3	Benzoato de emamectina	8.78	11.17	12.89	15.06	17.39	19.00
INSECTICIDA BIOLÓGICO	Beauveria bassiana	9.61	12.06	13.11	15.11	17.33	18.83
TESTIGO		8.83	10.89	12.83	14.72	17.11	18.72

Corazones muertos

En esta variable el testigo fue el que mostró mayor cantidad de corazones muertos a partir del tercer muestreo, observándose diferencia significativa ($P < 0.05$) respecto a los demás tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Corazones muertos por barrenador

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	1	2	3	4	5	6
INSECTICIDA QUIMICO 1	Labdacihalotrina Clorantraliniprole	18.33	22.17	18.67	13.17	7.17	2.83
INSECTICIDA QUIMICO 2	Clorantraliniprole	19.83	20.33	16.00	12.33	6.67	2.83
INSECTICIDA QUIMICO 3	Benzoato de emamectina	21.17	21.50	16.83	11.33	5.83	2.33
INSECTICIDA BIOLÓGICO	Beauveria bassiana	20.50	22.00	16.67	13.17	6.33	2.67
TESTIGO		21.17	24.50	21.67	18.17	9.67	4.67

DISCUSIÓN

El insecticida biológico *Beauveria bassiana*, tuvo buena eficiencia en el control del gusano barrenador, es por ello que es una buena alternativa para el control del barrenador en caña de azúcar. Este resultado coincide con lo reportado por Carrasco (2018), quien aplicó entomopatógenos y realizó labores culturales oportunas al cultivo en forma inmediata después de la cosecha, mantuvo el daño del barrenador abajo del 3% evitando la aplicación de insecticidas, protegiendo trabajadores de campo, a la exposición tóxica de plaguicidas y cuidando el medio ambiente. Las ventajas principalmente del control biológico del barrenador son de tipo agronómico, económico, medioambiental y social entre otras.

Díaz et al. (2009) Evaluaron insecticidas químicos así como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, un insecticida orgánico a base de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) y un testigo observaron que los tratamientos con *B. bassiana* y *M. anisopliae* tuvieron el mismo grado de control que los químicos, con la ventaja de no ser contaminantes y de no representar un riesgo de toxicidad para la persona que los aplica.

Pacheco et al. (2019) menciona que el control biológico es uno de los métodos de manejo de plagas compatibles con el ambiente, ofrece beneficios a la economía de los agricultores, protección al ambiente y a la salud de los consumidores.

CONCLUSIONES

Las variables altura de tallo, grosor de tallo, número de tallos, número de canutos y canutos dañados fueron similares en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, en la variable corazones muertos, los 3 insecticidas químicos y *Beauveria bassiana*, fueron eficientes para el control del gusano barrenador en caña de azúcar, respecto al testigo, sin diferencia estadística.

El insecticida biológico (*Beauveria bassiana*) es buena opción para disminuir el daño de corazones muertos causados por el gusano barrenador, como otra alternativa a la utilización de insecticidas que no contaminen el medio ambiente.

Existen estudios de hongos entomopatógenos para el combate de plagas agrícolas. Ha recibido especialmente atención *Beauveria bassiana* en los últimos años, ya que su toxicidad ha resultado muy efectiva contra un amplio espectro de plagas, además de que se han elaborado productos comerciales estables con mezclas de organismos entomopatógenos para potenciar su acción insecticida. Sin embargo, aún se requieren más estudios para superar las dificultades actuales relacionadas con la producción y el desarrollo de los bioinsecticidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosque, R. (2014). Manual técnico para el manejo de barrenadores del tallo en caña de azúcar. fmc an agricultural sciences company, 1.
- Carrasco, G. (2018). Manejo del complejo del gusano barrenador de la caña (*Diatraea spp/ eoreuma loftinii*) en la zona de abasto de la compañía industrial azucarera, S.A de C.V. Juan Diaz Covarrubias, Veracruz. Un caso de éxito. Atam, México.
- Díaz M., E., A. O. Gutiérrez, P. A. Contreras G., R. R. Rivera y L. R. Centeno E. 2009. Control del barrenador de las meliáceas en plantaciones de cedro en la península de Yucatán. *In: IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal*. Inifap. Sección de Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales. Saltillo, Coah., México. p. 364.
- Enfermedades de la Caña de Azúcar en Colombia-Cenicafawww.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no...el...cana/libro_p_265-293.pdf
- Hernández, M. 1994. Implementación del control biológico de barrenadores de la caña de azúcar en el Ingenio Aarón Sáenz Garza y El Mante, pp. 56-58. Memoria del Curso sobre Control Biológico de Barrenadores de la Caña de Azúcar. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Tecomán, Colima, México.
- <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/1999/default.html#Documentacion>. Recuperado en 27 de junio de 2020
- <http://www.nuestro-mexico.com/Veracruz-de-Ignacio-de-la-Llave/Puente-Nacional/Areas-de-menos-de-500-habitantes/Paso-de-Varas/>. Recuperado en 27 de junio de 2020
- Pacheco Hernández, Ma. de Lourdes, Reséndiz Martínez, J. Francisco, & Arriola Padilla, Víctor J.. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(56), 4-32. Epub 30 de abril de 2020. <https://dx.doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>
- Rodríguez del Bosque, L. A. y G. Vejar-Cota. 2008. Barrenadores del tallo (Lepidoptera: Crambidae) del maíz y caña de azúcar, pp. 9-22. En: H. C. Arredondo Bernal y L. A. Rodríguez del Bosque [eds.], Casos de Control Biológico en México. Ed. Mundi-Prensa, México-España.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. www.siap.gob.mx. Recuperado en 27 de junio de 2020.

PROTOTIPO DE SISTEMA WEB PARA LA ADQUISICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES PARA EL CONTROL DE UNA GERMINADORA E INCUBADORA MEDIANTE PROTOCOLO MQTT

JUAN VARGAS FERRER,¹ LUIS CARLOS ÁLVAREZ SIMÓN,² JOSÉ LUIS MANZO REYES.³

RESUMEN

En la actualidad el ramo de la agricultura se ve afectado en la producción principalmente por dos factores, el cambio climático y la presencia de plagas, es por ello que el trabajo realizado pretende aumentar el porcentaje de germinación de plántulas y aumentar su producción, mediante la propuesta de un prototipo de sistema web para la adquisición de variables ambientales como lo son temperatura, humedad relativa y radiación solar, las cuales provienen de sensores contados a una NodeMCU con el objetivo de controlar una germinadora remotamente mediante un sistema embebido (microcontrolador PIC) y a través del protocolo Message Queue Telemetry Transport (MQTT) basado en el método publicación/suscripción para la gestión del tráfico de datos recolectados por los sensores. La solución propuesta consistió en el desarrollo de una aplicación web montada en AWS (Amazon Web Service) corriendo bajo un servidor Linux con un gestor de base de datos MySQL, JavaScript, jQuery, Node JS y EMQX además de otras herramientas libres que fueron de utilidad para el desarrollo del mismo.

Palabras Clave: Germinadora, MQTT, IoT, AWS, NodeMCU

ABSTRACT

Currently the field of agriculture is affected in production mainly by two factors, climate change and the presence of pests, that is why the work carried out aims to increase the percentage of seedling germination and increase their production, through proposal of a prototype web system for the acquisition of environmental

¹ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. juan.vargas@utxicotepec.edu.mx

² Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. luiscarlos.alvarez@utxicotepec.edu.mx

³ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. joseluis.manzo@utxicotepec.edu.mx

variables such as temperature, relative humidity and solar radiation, which come from sensors counted to a NodeMCU in order to control a germinator remotely through an embedded system (PIC microcontroller) and through the Message Queue Telemetry Transport (MQTT) protocol based on the publish / subscribe method for managing the data traffic collected by the sensors. The proposed solution consisted of developing a web application mounted on AWS (Amazon Web Service) running under a Linux server with a MySQL database manager, JavaScript, jQuery, Node JS and EMQX, as well as other free tools that were useful. for its development.

Keywords: Germinator, MQTT, IoT, AWS, NodeMCU

INTRODUCCIÓN

Xicotepec de Juárez es un municipio de la sierra norte del estado de Puebla el cual se caracteriza por tener tierras fértiles lo que genera que en la localidad se practique la agricultura, pero como es bien sabido actualmente esta área tiene una brecha tecnológica muy marcada principalmente por la zona donde se ubica, de ahí que dentro de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez se propuso el desarrollo de un Prototipo de Sistema Web para la Adquisición de Variables Ambientales para el Control de una Germinadora e Incubadora Mediante Protocolo MQTT el cual tuviera la capacidad de monitorear y controlar una germinadora e incubadora de manera remota con la intención de aumentar el porcentaje de germinación de plántulas y así tener una mayor productividad mediante un continuo monitoreo y control haciendo uso de una base de datos en donde se almacenaran los cambios de las diferentes variables medidas por los sensores que se tengan conectados a una ESP8266 y a un microcontrolador PIC.

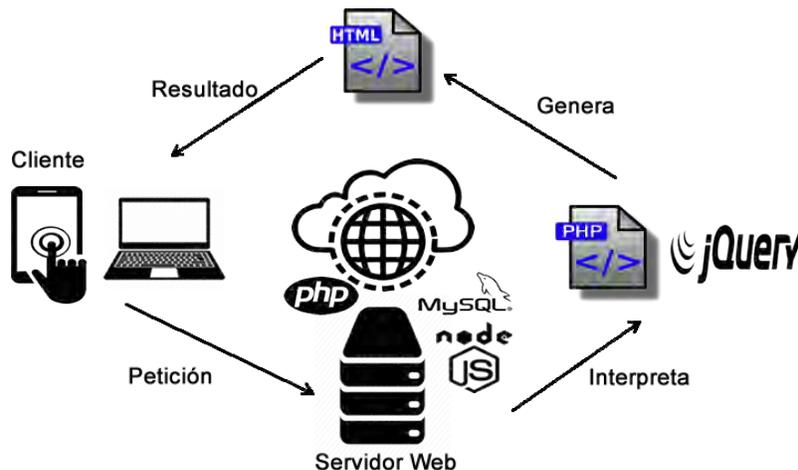
Se pretende la optimización en la germinación de plántulas para poder generar un incremento e impacto de la economía de la región lo cual es un factor importante, ya que, al tener un buen proceso de germinación, existe el incremento de producción, lo que propicia un aumento de ventas y ganancias para la región.

Uno de los puntos más importantes en el desarrollo de este proyecto es el tecnológico debido a que se pretende la modernización de algunos procesos tradicionales y con ello tratar de reducir la brecha tecnológica de la región empleando herramientas acordes a las necesidades.

DESARROLLO

Para el desarrollo del prototipo nos vimos en la necesidad de buscar recursos que se adecuaran a nuestras necesidades ya que por las características del proyecto se trabaja mediante el modelo cliente servidor (véase figura 1). Uno de los puntos centrales bajo el cual opera el prototipo es el servidor web, un servidor es una computadora en donde se almacenan los archivos y las bases de datos necesarios para un sitio web. Cada vez que un visitante en línea quiere acceder al sitio web, su navegador le envía una solicitud a al servidor y transfiere los archivos necesarios a través de Internet.

Figura 1 Modelo Cliente – Servidor. Imagen de elaboración propia



Dado que no se cuentan con los recursos para tener una infraestructura de ese tipo optamos por el uso de un VPS (Servidor Virtual Privado) el cual no es más que un servidor virtual que simula un servidor físico, este nos otorga acceso a la raíz que permite instalar un sistema operativo y trabajar con alto grado de libertad. Al usar la tecnología de virtualización, se divide el servidor en particiones y esto permite a cada usuario instalar su propio sistema operativo y software, es similar a la creación de particiones en una computadora convencional cuando quieres ejecutar más de un sistema operativo (por ejemplo, Windows y Linux) sin tener que reiniciar.

Otro factor por el cual se optó por el uso de un VPS es que es una excelente solución para sitios web de mediano a alto tráfico y de recursos pesados. En la búsqueda de recursos que nos brindaran estas facilidades pudimos encontrar algunas opciones que actualmente son las que lideran el mercado en aplicaciones de este tipo, las principales son: Google Cloud VPS y Amazon Virtual Private Cloud.

Sin duda ambas herramientas son potentes y ofrecen distintos planes de contratación, para la implementación del prototipo optamos por usar una cuenta gratuita la cual se adaptaba a nuestras necesidades, y decidimos hacer uso de AWS de Amazon Virtual Private Cloud, el motivo por el cual decidimos usar esa herramienta fue porque ofrece una interfaz de configuración más amigable, el proceso que se realizó en AWS para tener los recursos necesarios para la implementación del prototipo fue el siguiente:

- Crear VPS
- Reservar IP fija
- Generar conexión SSH
- Instalar Vesta Panel
- Generar certificados SSL
- Configurar Servidor FTP
- Configurar Puertos para MQTT
- Instalar EMQX y configurar certificados
- Instalar NodeJS

Protocolo MQTT

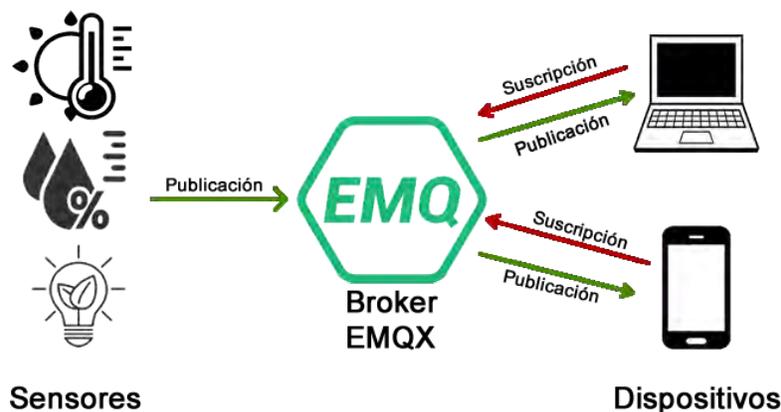
Uno de los protocolos más versátiles a la hora de trabajar con sensores, actuadores y microcontroladores es Message Queue Telemetry Transport (MQTT), creado por IBM con el objetivo de recolectar información en infraestructuras ampliamente distribuidas.

Actualmente es un protocolo utilizado para el intercambio de mensajes entre dispositivos que constituyen Internet of Things (IoT) o Internet de las Cosas y es un estándar ISO/IEC 20922. Yokotani y Sasaki compararon los requisitos de red del protocolo HTTP y MQTT en una variedad de condiciones de red, descubriendo que MQTT es un protocolo más eficiente para conectar dispositivos IoT que HTTP. Esto

se debe en gran parte a la sobrecarga de datos adicional involucrada en HTTP en comparación con el protocolo MQTT.

El protocolo MQTT es un protocolo de conectividad Machine to Machine (M2M) e IoT, es un protocolo liviano de mensajería que trabaja en un esquema basado en un servidor (broker) y un mecanismo del tipo publicación-suscripción que se ejecuta sobre la cima del protocolo TCP/IP. En la figura 2 se muestra la forma en que trabaja el protocolo MQTT.

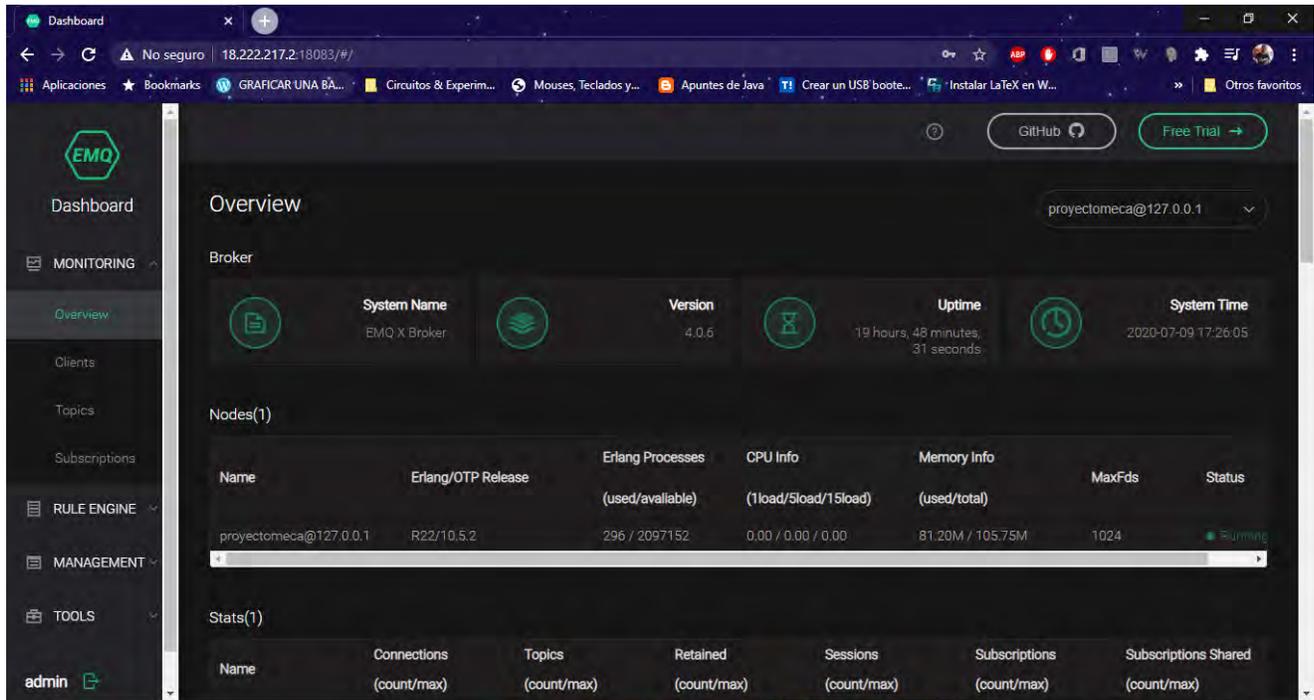
Figura 2 Protocolo MQTT. Imagen de elaboración propia



En el protocolo MQTT los clientes no saben ni conocen la existencia de otros clientes, tal es así que un cliente puede publicar un mensaje con un tópico específico y solo los clientes que están interesados en ese tipo específico de mensajes recibirán los mensajes publicados. Este esquema Publicación-Suscripción, requiere de un servidor (también denominado broker) el cual administra el flujo de datos del protocolo, de modo tal que todos los clientes establecen una conexión con el broker. Por todo lo anterior se optó por el uso del protocolo para el desarrollo e implementación del prototipo, en nuestro VPS se instaló EMQX el cual hoy en día es el líder en Open Source MQTT Broker para IoT y además conecta cualquier dispositivo IoT a través de todos los principales protocolos de comunicación IoT, incluidos MQTT v5.0, CoAP / LwM2M 1.1 e incluso LoraWAN, a través de redes 3G / 4G / 5G y NB-IoT, y garantiza la seguridad a través de TLS / DTLS, certificado X.509, y diversos mecanismos de autenticación.

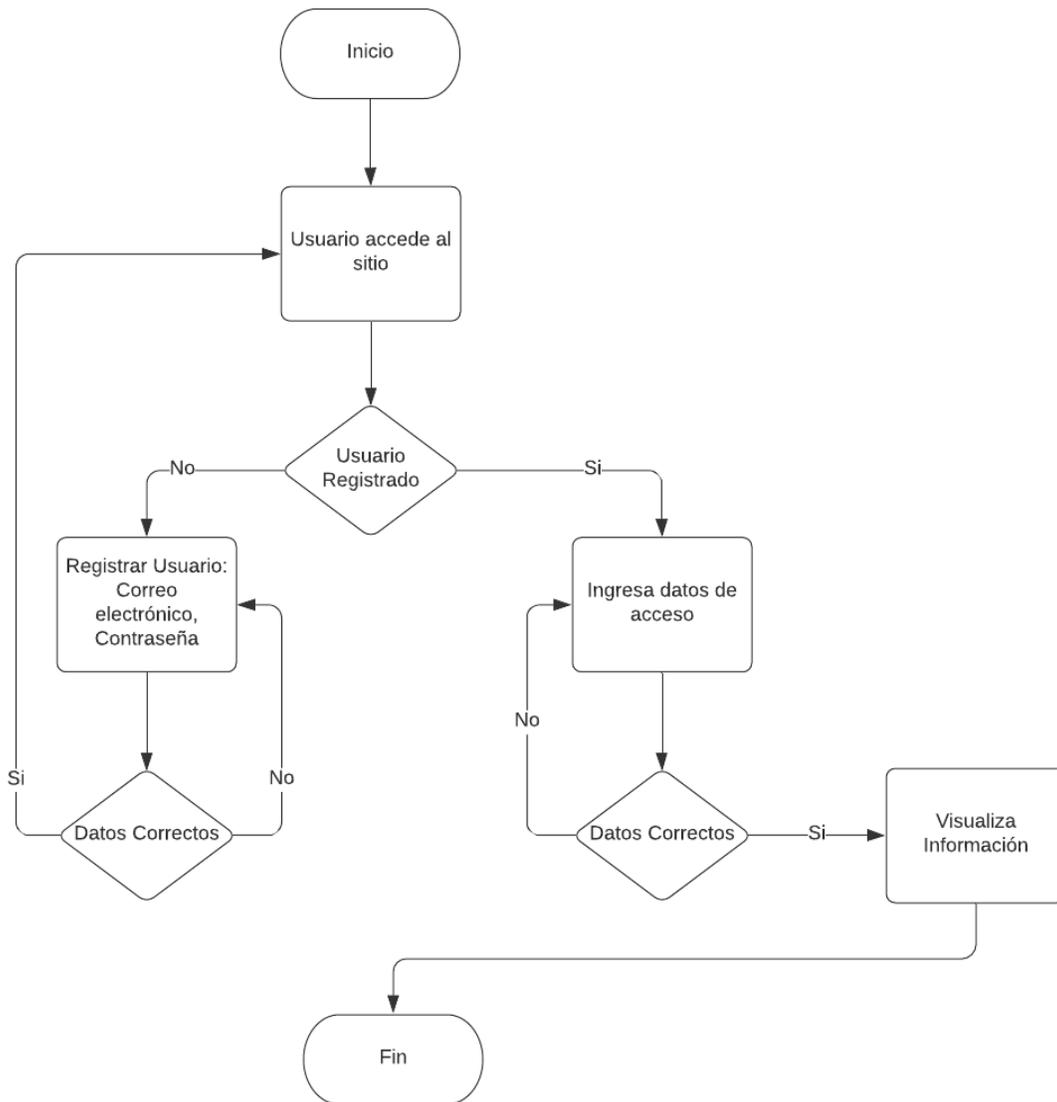
En la figura 3 se muestra el dashboard de EMQ una vez instalado en servidor en AWS.

Figura 3 Dashboard EMQ. Imagen de elaboración propia



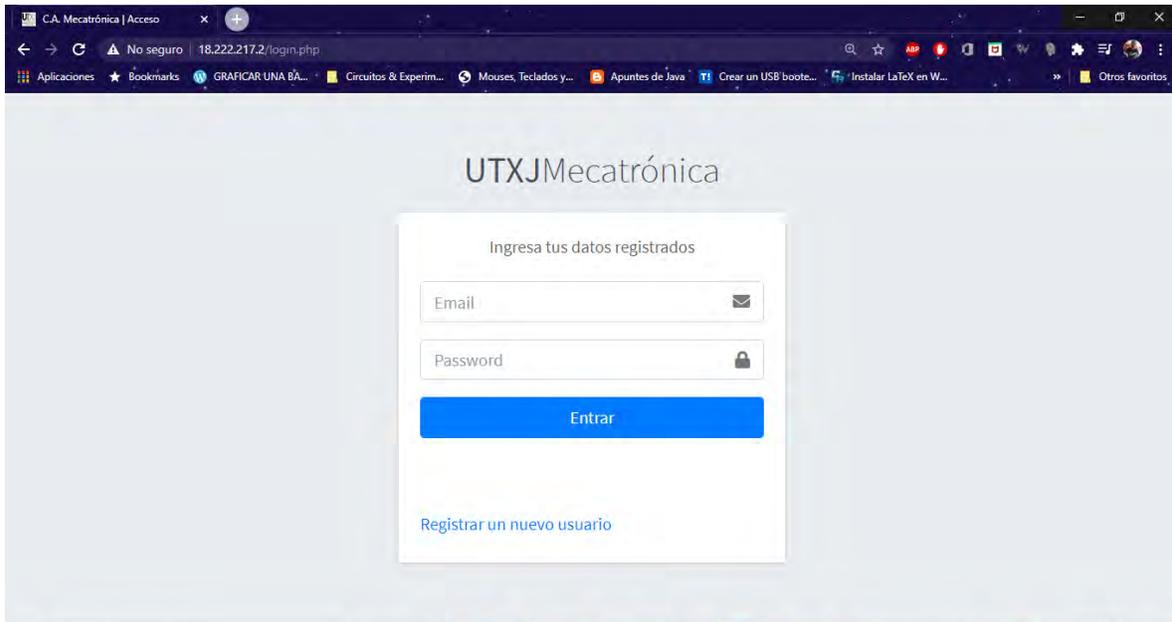
Con las herramientas instaladas y configuradas dentro del VPS pasamos al desarrollo del prototipo y para ello se usó el editor Atom, cabe mencionar que todas las herramientas ocupadas son de licencia libre, no estamos haciendo uso de software propietario. Dadas las nuevas tendencias de desarrollo web nos tuvimos que ver en la necesidad de desarrollar el sitio con las nuevas implicaciones de estas tecnologías, por lo cual el sitio propuesto es responsivo y se adapta a cualquier dispositivo como lo puede ser una tableta, celular, o computadora y todo ello gracias al HTML5 y CSS3, para el control de información y dado que es una aplicación cliente servidor se hizo uso de PHP como lenguaje de programación, de igual forma para las publicaciones y suscripciones del broker se usó JavaScript y jQuery. La propuesta del prototipo se explica de manera general a través del siguiente diagrama de flujo (ver figura 4).

Figura 4 Diagrama de flujo de funcionalidad del prototipo. Imagen de elaboración propia



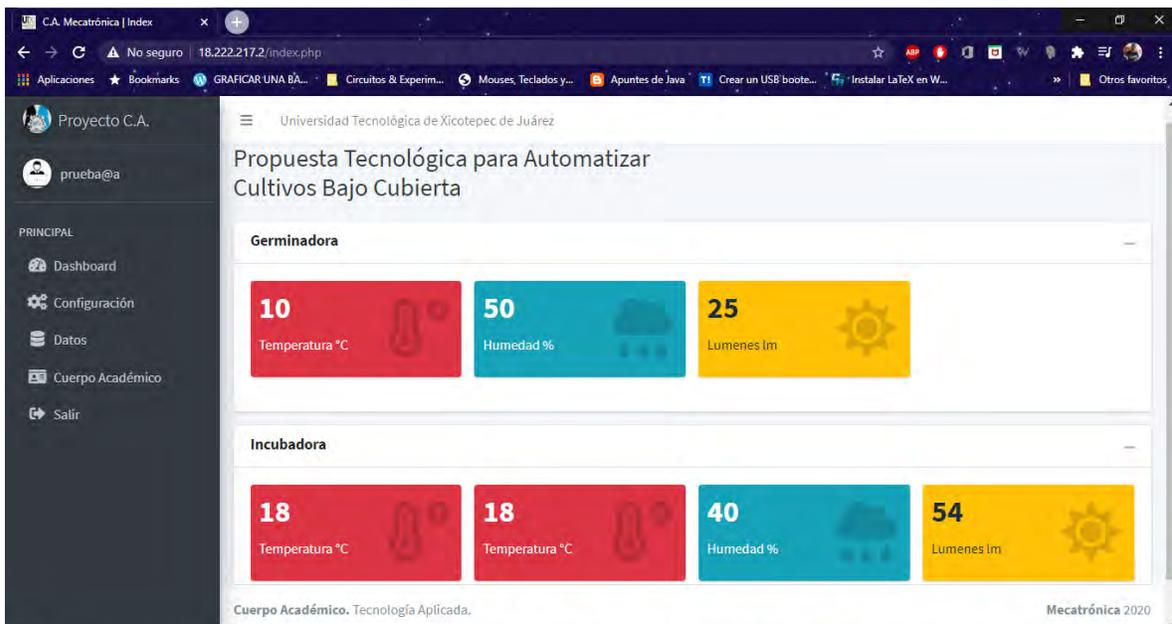
Conociendo la lógica de funcionamiento del prototipo se procedió a la programación de cada una de las interfaces mediante los lenguajes de programación mencionados anteriormente, y los resultados se muestran a continuación. En la figura 5 se muestra la pantalla inicial del prototipo donde debemos ingresar los datos de registro, en caso de no contar con un registro de acceso el sitio propuesto da la posibilidad de registrarse seleccionando la opción mostrada “Registrar un nuevo usuario”, en donde se nos solicitara información que se almacenara en un base de datos, en caso de querer registrar un correo existente se nos informara con una leyenda dentro del formulario, de igual forma si las contraseñas ingresadas no coinciden se nos informara.

Figura 5 Pantalla inicial del prototipo. Imagen de elaboración propia



Una vez registrado y con acceso al sitio se nos dirigirá de nuevo al inicio a donde procederemos a dar información solicitada y cuando esta es validada se mostrará un aviso y después de unos segundos aparecerá la página principal donde se monitorean los datos de los sensores de la germinadora e incubadora (ver figura 6).

Figura 6 Pantalla de monitoreo del prototipo. Imagen de elaboración propia



Para que dentro de la aplicación se pudiese visualizar la información proveniente de una ESP8266 se tuvo que hacer uso de códigos en JavaScript y jQuery como el que se muestra en la figura 7 donde se establece la conexión con el websocket que se genera en EMQX y de igual forma se crea el tópico para el cual la aplicación se suscribirá, creada la suscripción se procede a la lectura de información que proviene con ese tópico para que posteriormente se puedan extraer los datos y mostrarlos en el prototipo como se mostró en la figura 6.

Figura 7 Código de conexión. Imagen de elaboración propia

```
// WebSocket connect url
const WebSocket_URL = 'wss://18.222.217.2:8094/mqtt'

const client = mqtt.connect(WebSocket_URL, options)

client.on('connect', () => {
  console.log('Conexion Exitosa')

  //suscripcion desde dashboard
  client.subscribe('sensores', { qos: 0 }, (error) => {
    if (!error) {
      console.log('Suscripcion Exitosa')
    }
    else {
      console.log('Fallo en la suscripcion')
    }
  })
})

// handle message event --> recibe datos de suscripcion
client.on('message', (topic, message) => {
  console.log('Mensaje Recibido bajo topico: ', topic, '->', message.toString())

  process_msg(topic,message) //funcion
})
```

Otro apartado importante dentro del prototipo es lo referente a la configuración de parámetros para la ESP8266 (véase figura 8) ya que estos nos permitirán que el sistema remoto tenga la capacidad de adaptabilidad a los datos establecidos con la intención de tener las condiciones ideales de las plántulas y así tener una mejor producción, gracias a la información almacenada en la base de datos se podrá tener el histórico de los datos y con ellos generar decisiones para configuraciones posteriores, este historial de información se podrá mostrar a través de tablas dentro de la interfaz (ver figura 9) la cual también tiene la capacidad de poder descargar la información en un archivo de Excel o PDF o si se prefiere se puede imprimir la información directamente.

Figura 8 Configuración de parámetros. Imagen de elaboración propia

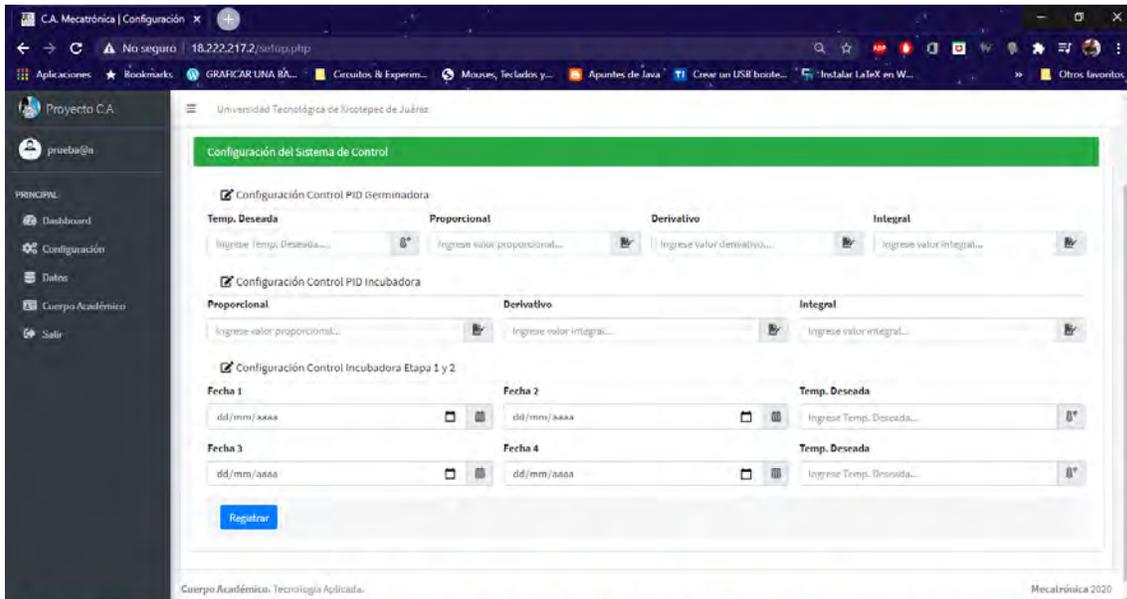


Figura 9 Historial de información. Imagen de elaboración propia

Registro	Fecha de Registro	Temperatura	Humedad	Lumenes
336	2020-07-09 01:43:48	11	151	115
335	2020-05-19 03:29:59	10	20	30
333	2020-05-19 03:29:58	10	20	30
334	2020-05-19 03:29:58	10	20	30
332	2020-05-19 03:29:57	10	20	30

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto fueron la implementación y configuración de un VPS en AWS, así como también el desarrollo e implementación de un Prototipo de Sistema Web para la Adquisición de Variables Ambientales para el Control de una Germinadora e Incubadora Mediante Protocolo MQTT, y con esto se espera obtener resultados pueden derivar más investigaciones y trabajos debido a que no hay aplicaciones como lo propuesto.

De igual forma se desarrollaron diferentes códigos de programación que nos permitieron optimizar la comunicación con los sensores conectados a la ESP8266 y la interacción con los dispositivos electrónicos que se pretenden implementar en la germinadora e incubadora, dentro de los códigos desarrollados se encuentra el que nos permite el almacenamiento de información dentro de la base de datos el cual se hizo con NodeJS y nos sirve como puente para la comunicación entre la aplicación web y el gestor de base de datos, los siguientes trabajos se enfocaran a aplicaciones móviles que hagan uso de servicios web donde se pueda consultar la información desde cualquier lugar geográfico.

CONCLUSIONES

Al terminar el presente trabajo se puede concluir que definitivamente el apoyo tecnológico y el internet de las cosas (IoT) son de gran ayuda para reducir la brecha tecnológica, siendo de gran importancia la difusión de la misma y que las instituciones de nivel superior apoyen a sus respectivas regiones para brindar soluciones tecnológicas que propicien un incremento en la tecnología y modernización. Al implementar este prototipo se espera que la productividad de plántulas se incremente considerablemente y que los productores tengan productos de calidad sin grandes pérdidas de recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cama-Pinto A. (2014). Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos de invernadero. Medellín, Colombia. Universidad Nacional De Colombia Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/496/49630405023.pdf>
- El Informador. (2018). Crean invernadero inteligente para optimizar producción de jitomate. México. Informador MX Recuperado de <https://www.informador.mx/tecnologia/Creaninvernadero-inteligente-para-optimizar-produccion-dejitomate-20180618-0012.html>
- G. (2018). Robótica y redes de sensores en sistemas de tiempo real. In XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).
- Romero, F., Encinas, D., De Giusti, A. E., Medina, S., Pi Puig, M., Villagarcía Wanza, H. A., ... & Tinetti, F. G. (2019, June). Robótica, simulación y redes de sensores en sistemas de tiempo real. In XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan).
- Soriano, N. J., Ortega, V. H. G., Saavedra, J. C. S., Paredes, R. B., González, R. O., & Tovar, R. H. (2018). Prototipo de sistema para control y monitoreo de una red de sensores mediante comunicación GSM aplicada a domótica. *Pistas Educativas*, 35(108).
- Villegas, Y. V., & Casadiego, Y. S. (2019). Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizado. *Documentos de Trabajo ECAPMA*, (1).
- VARGAS-FERRER, Juan, ROJAS-BALBUENA, Dorian, LUNA-SANTOS, Ricardo y LUNA-TREJO, Cupertino. Monitoreo de nodos de sensores para el almacenamiento de datos a través de RS485. *Revista de Ingeniería Tecnológica* (junio, 2019 Vol.3 No.10 13-18)
- Chen H. y Lin F. (2014) Converging MQTT Resources in ETSI Standards Based M2M Platform. *Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) IEEE Computer Society*, 292-295. DOI: 10.1109/iThings.2014.52.
- Yokotani T. and Sasaki Y., "Comparison with HTTP and MQTT on Required Network Resources for IoT," in *Proceedings of International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications*, Bandung, pp. 1-6, 2016.

FORMULACIÓN DE UNA BARRA DE CHOCOLATE ENRIQUECIDA CON PULPA DE CAFÉ

DARCY EMANUEL PEÑA AMADOR,¹ NAOMI VAZQUEZ CRUZ,² GILDA AVENDAÑO VÁSQUEZ,³
FERNANDO MACHORRO RAMOS,⁴ JUAN RENÉ GONZÁLEZ ROMERO.⁵

RESUMEN

El café se cultiva en unos 80 países de todo el mundo y abarca grandes negocios en todo el mundo. La dispensación de café requiere un alto grado de procesamiento y produce grandes cantidades de productos como pulpa de café y cáscara, que tienen aplicaciones limitadas como fertilizantes, alimento para ganado, composta y otros. Las aplicaciones biotecnológicas en el campo de la gestión de los residuos industriales promueve el desarrollo sostenible de la economía. Los pretratamientos, seguidos de los procedimientos de recuperación, otorgan productos de valor agregado (antioxidantes naturales, vitaminas, enzimas, celulosa, almidón, lípidos, proteínas, pigmentos) de gran importancia para las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria. Dentro de la estrategia de aplicaciones de bioingeniería en el procesamiento de alimentos y la gestión de residuos llevada a cabo permite la formulación de una barra de chocolate que aproveche al máximo las características de éste desecho, tal como la fibra dietaria, proteína, minerales, entre otros, las cuales son aplicadas para el enriquecimiento de la formulación de chocolate amargo.

Palabras clave: fibra dietaria, enfermedad gastrointestinal, residuo agroindustrial.

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. darcy2011@live.com.mx

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. vnaomi80@gmail.com

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. gilda.av@itstb.edu.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. fmachorro317@hotmail.com

⁵ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. jrgr_56@hotmail.com

ABSTRACT

Coffee is grown in some 80 countries around the world and encompasses large businesses around the world. Coffee dispensing requires a high degree of processing and produces large quantities of products such as coffee pulp and husk, which have limited applications such as fertilizers, livestock feed, compost, and others. Biotechnological applications in the field of industrial waste management promote the sustainable development of the economy. Pre-treatments, followed by recovery procedures, provide value-added products (natural antioxidants, vitamins, enzymes, cellulose, starch, lipids, proteins, pigments) of great importance for the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Within the strategy of bioengineering applications in food processing and waste management carried out, it allows the formulation of a chocolate bar that takes full advantage of the characteristics of this waste, such as dietary fiber, protein, minerals, among others, which are applied to enrich the dark chocolate formulation.

INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más populares alrededor del mundo y ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años (Daglia et al., 2000) . La pulpa de café es el primer subproducto obtenido durante el procesamiento y representa el 29% del peso seco de toda la baya. La pulpa de café se obtiene durante el procesamiento húmedo del café y por cada 2 toneladas de café producido se obtiene 1 tonelada de pulpa de café (Roussos et al., 1995)., es esencialmente rica en carbohidratos, proteínas y minerales (especialmente potasio) y también contiene cantidades apreciables de taninos, polifenoles y cafeína (Braham & Bressani, 1972). La piel plateada del café es un tegumento de grano de café obtenido como subproducto del proceso de tostado. Es un residuo con alta concentración de fibra dietética soluble (86% de la fibra dietética total) y que tiene una alta capacidad antioxidante, probablemente debido a la concentración de compuestos fenólicos, así como otros compuestos formados por la reacción de Maillard como las melanoidinas (Borrelli et al., 2004). Los desperdicios tales como cascara de café y café gastado residuo del proceso del café soluble, se le suman a los anteriormente descritos. Por ello se hace

necesaria la gestión de dichos residuos para crear conciencia sobre las oportunidades y limitaciones del uso de estos subproductos y la reducción de la contaminación ambiental (Murthy & Madhava Naidu, 2012).

Los residuos agroindustriales son una gran fuente de fibra dietaría, que se conoce otorga beneficios a la salud incluyendo la reducción de enfermedades gastrointestinales, cardiovasculares y obesidad (Figuerola et al., 2005), entre los residuos de café, la piel plateada contiene una gran cantidad de fibra total (80%) seguido de cáscara de cereza y desperdicio gastado (Murthy & Madhava Naidu, 2012).

De manera general los compuestos bioactivos otorgan valor agregado a los productos alimenticios por lo que el empleo eficiente de residuos agroindustriales está siendo impulsado alrededor de todo el mundo, debido a que su principal ventaja que es la mayor proporción de fibra soluble, comparada con otras alternativas como los cereales (Saura-Calixto, 1998), adicionalmente se han realizado numerosos estudios sobre el valor nutricional de los residuos de café como su capacidad antioxidante (Pastoriza et al., 2011), actividad prebiótica (Borrelli et al., 2004), actividad antimicrobiana (Jiménez-Zamora et al., 2015), contenido de fibra dietaría (Borrelli et al., 2004) y caracterización físico-química (Bonilla-Hermosa et al., 2014)., los cuales indican el potencial que presentan dichos residuos para ser usados como fuente de nuevos ingredientes funcionales debido a su efecto relevante sobre la microbiota (Jiménez-Zamora et al., 2015), sin embargo en la bibliografía no han sido reportadas nuevas investigaciones donde se adicione esta materia prima, esto probablemente debido a su aspecto o incluso atributos organolépticos.

Como un esfuerzo de incorporar este ingrediente a una formulación alimenticia, se genera el presente estudio con la finalidad formular una barra de chocolate que aproveche al máximo las características de la pulpa y piel plateada provenientes del procesamiento del café, las cuales son aplicadas para el enriquecimiento de la formulación de chocolate amargo y evaluada a través de análisis químico proximal.

El chocolate amargo tiene mas del 50% de polvo de cacao como principal característica, y se ha demostrado que disminuye significativamente el colesterol LDL oxidado en los hombres, también aumentó el HDL y redujo el LDL total para las personas con colesterol alto (Baba et al., 2007), así mismo puede reducir la resistencia a la insulina, que es otro factor de riesgo común para muchas enfermedades como la enfermedad cardíaca y la diabetes (Grassi et al., 2005, 2008). Por lo que su enriquecimiento con fibra soluble otorgaría importantes beneficios a la salud del ser humano en general.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Mezcla de pulpa de café (*Coffea Canéphora*) conocido como Robusta, merma que no es industrializada y piel plata (PPC), recolectada en la empresa © CAFIVER (Ixtaczoquitlán, Ver. México). Azúcar estándar, obtenida del distribuidor local (Ingenio Tres Valles, Tres Valles, Ver. México). Cocoa en polvo obtenida de distribuidor local (HERSHEY, Jal. México). Manteca de cacao grado alimenticio (LUBCOCO Zapopan, Jal. México). Lecitina de soya grado alimenticio (GELCAPS). Solución microbiciada de proveedor local (MICRODYN, Cd. México. México).

Todos los insumos se mantuvieron en condiciones de desecación (pentóxido de fosforo) a 25°C.

Selección y acondicionamiento de la materia prima

Pulpa de café y azúcar estándar

La pulpa de café es brevemente lavada con agua corriente para eliminar residuos extraños como (basura e insectos) y desinfectada (solución microbiciada 0.2%) por inmersión durante 10min. Posteriormente se deja escurrir por 30min y se lleva al secador a 60°C hasta peso constante, entonces se pasa por un molino de cuchillas seguido de un tamiz de malla 150mm. Es disminuido el tamaño del azúcar estándar por molienda en el molino de cuchillas y tamizado en malla 150mm.

Formulación del chocolate

Afoakwa et al., (2008) reporta formulaciones de chocolate amargo, los cuales se emplean como base para el presente estudio con la adición correspondiente de PPC, los cuales pueden observarse en la tabla 1. Los chocolates fueron formulados con de cacao total de 50 a 52%, composición especificado para el chocolate negro por las directivas relevantes (FAO, 2003).

Tabla 1. Formulaciones para elaboración de chocolate (w/w).

Fórmula	Azúcar	Manteca	Cocoa	Lecitina de soya	PPC
A	47	28	23	0.8	1.2
B	36	44	18	0.6	1.4
C	45	25	25	0.8	4.2

Se produjeron lotes de 200g, la manteca de cacao de mantuvo 1h a 50-55°C en un baño maría antes de realizar el conchado, luego se mezcló con la lecitina en agitación constante sobre la parrilla de calentamiento, posteriormente, se mezclaron los sólidos y se añadió la manteca de cacao de acuerdo con la formulación, se mantuvo en agitación y temperatura constantes por 30min para asegurar la correcta homogeneización del material, después se coloca en moldes de silicón procurando sacar el aire de la mezcla y se dejó reposar hasta su endurecimiento. Los chocolates fueron mantenidos a 25°C por 24h en recipientes de plástico sellados antes de su análisis.

Análisis proximales

Humedad, proteína, fibra cruda, lípidos y cenizas del PPC y la formulación de chocolate, fueron determinadas de acuerdo a AOAC (1996), en muestras por duplicado.

Análisis estadístico

Las condiciones de tratamiento estudiadas fueron analizadas por ANOVA y el contraste entre las medias del tratamiento.

RESULTADOS

La tabla 2 representa los resultados de los análisis fisicoquímicos proximales obtenidos de PPC según las normativas correspondientes, mismas que son comparadas con las obtenidas en otros estudios.

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica del residuo de café (%).

Parámetro	Chocolate enriquecido con pulpa de café	Pulpa de café (Bonilla-Hermosa et al., 2014)	Granny Smith and Liberty (Figuerola et al., 2005)
Humedad	7.44 ± 0.02	82.44	61.62 ± 0.04
Cenizas	9.40 ± 0.82	7.33	1.24 ± 0.03
Proteína	10.41 ± 0.09	14.79	3.78 ± 0.08
Extracto etéreo	0.75 ± 0.08	1.2	4.46 ± 0.10
Fibra cruda	35.94 ± 0.38	14.1	28.9 ± 0.00

De acuerdo a la caracterización realizada a la PPC podemos destacar que en comparación con el estudio de Bonilla-Hermosa et al., (2014), se obtuvo una menor humedad, lo cual es probablemente debido al acondicionamiento previo de la PPC (ver sección 2.2.1) y comparativamente en el valor de la determinación de fibra cruda fue 2.5 veces mayor en este estudio que el determinado por Bonilla-Hermosa et al., (2014), esto puede deberse principalmente a que en este estudio la PPC fue una mezcla entre pulpa y piel plateada del café, adicional al factor de variedad del cultivo aunque este no es reportado por los autores y a la temporada en la que se cosechó dicho fruto, por lo que podría decirse que al ser un ingrediente natural con compuestos bioactivos, estos podrían verse directamente afectados por la temporada y condiciones climáticas.

En la misma tabla se anexan resultados obtenidos por Figuerola et al., (2005), que reportan una fibra obtenida de la manzana Granny Smith and Liberty, la cual que proviene de la hibridación entre las especies *Malus domestica* y *M. sylvestris*, Además se conoce que su cultivo es más resistente a enfermedades y ataque de plagas que otras variedades. Son de color verde luminoso, aunque algunas pueden tener la piel rosada (FAO, 2003). Son crujientes, jugosas y ácidas, siendo excelentes para el consumo tanto para cocinar como para comer crudas. Generalmente este tipo de manzana posee una fibra dietaria de mejor calidad que cualquier vegetal, esto debido a la presencia de compuestos bioactivos asociados como flavonoides, polifenoles y carotenos (Fernandez-Gines et al., 2003).

En comparación con el estudio de Figuerola et al., (2005) en que la manzana presentó un porcentaje de fibra cruda de 28.9 ± 0.00, este estudio obtuvo un porcentaje mayor de 35.94 ± 0.38, lo que implica que este PPC tendría una mejora

en la aplicación y reducción de costos ya que se emplearía una menor cantidad de la fibra para enriquecer una formulación alimenticia y al tratarse del desecho de un proceso el costo reduciría en cualquier implicación.

Debido al aspecto obscuro del PPC se decide incorporarlo a una formulación de chocolate amargo, en la cual eventualmente no proporcionaría atributos sensoriales. Según las normas descritas por la FAO, un chocolate amargo debe contener una concentración de cacao (licor, sólidos, manteca, entre otros) mayor al 35%, por lo que se decidió que la formulación C que posee el 50% de estos ingredientes, se consideraba como suficiente para establecer el efecto de la adición de PPC, esto se reporta en la tabla 3 del análisis fisicoquímico proximal de la formulación de chocolate amargo.

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica del chocolate (%).

Parámetro	Chocolate enriquecido con pulpa de café	Ecuador +	Ghana+
Humedad	4.50 ± 0.20	1.42	1.43
Cenizas	3.51 ± 0.11	1.53	1.56
Proteína cruda	7.68 ± 0.04	6.41	6.41
Extracto etéreo	25.86 ± 0.61	30.7	30.1
Fibra cruda	8.88 ± 0.48	1.65	1.69
Carbohidratos	ND	58.29	58.81

*ND= No determinado. + Datos tomados de Torres, (2012).

La tabla 3 resume los resultados obtenidos de la composición química de la formulación de chocolate de este estudio comparativamente con la obtenida por Torres, (2012)., quien reporta formulaciones de chocolate de distintos orígenes Ecuador y Ghana, estos sin emplear fibra adicional., con el objetivo de comparar el efecto de los distintos orígenes de la cocoa y la adición de PPC sobre la composición química del chocolate amargo.

Los resultados demuestran que el parámetro de humedad y cenizas fue considerablemente mayor en los resultados obtenidos en este estudio que los reportados por Torres, (2012)., los cuales resultan no tener diferencia significativa ($p < 0.05$) a pesar de ser de distintos orígenes, Ghana situada en la costa atlántica de África Occidental y Ecuador se extiende por el ecuador en la costa oeste de Sudamérica. Lo que implica que la adición de PPC al chocolate evaluado tiene la

capacidad de retener mayor humedad (~7% ver tabla 2) que aquellos que no poseen dicha adición, esto resultaría en un chocolate mas suave y con mejor palatabilidad que los tradicionales. En cuanto a la proteína cruda, no se observa efecto de la adición de PPC siendo estadísticamente iguales los tres materiales evaluados. Sin embargo, la concentración de lípidos se ve disminuida esto debido sobre todo a la formulación empleada en esta evaluación, ya que parte de la materia grasa fue sustituida por PPC, lo que implicaría que la ingesta de este chocolate proporcione menor cantidad de grasas a la dieta del ser humano, lo cual reduciría el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. El contenido de fibra es directamente proporcional al contenido de polvo de cocoa (~7g) y la adición de fibra (~1g), son estos dos componentes los que otorgan este parámetro en el chocolate, mientras que, en los datos reportados por Torres, (2012)., no se reporta la formulación empleada sino únicamente el origen del chocolate, por lo que comparativamente esta formulación es hasta siete veces mayor en contenido de fibra que el chocolate de Ecuador y Ghana, con la ingesta de este se lograría alcanzar el requerimiento diario de fibra dietaria (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006; Fao et al., 2003).

CONCLUSIÓN

En función de los análisis fisicoquímicos y sensoriales realizados en el tratamiento seleccionado, podemos determinar que presenta una diferencia significativa en las cantidades de nutrientes que este proporciona, al compararlo con los resultados obtenidos por Torres, (2012)., se puede afirmar que el tratamiento cumple con los resultados esperados, debido a que presenta una elevada cantidad de proteínas y fibra con un menor contenido de grasas, lo cual puede resultar beneficioso. Por lo tanto, es posible concluir como factible utilizar la pulpa de los desechos de café para aumentar el contenido de fibra en la formulación de una barra de chocolate amargo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2008). Characterization of melting properties in dark chocolates from varying particle size distribution and composition using differential scanning calorimetry. *Food Research International*, 41(7), 751–757. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.05.009>
- AOAC. (1996). In Association of Official Agricultural Chemists (Ed.), *AOAC-Oficial methods of analysis* (15th ed., Vol. 1, Issue Volume 1). <https://doi.org/10.32741/fihb.3.honey>
- Baba, S., Natsume, M., Yasuda, A., Nakamura, Y., Tamura, T., Osakabe, N., Kanegae, M., & Kondo, K. (2007). Plasma LDL and HDL cholesterol and oxidized LDL concentrations are altered in normo- and hypercholesterolemic humans after intake of different levels of cocoa powder. *Journal of Nutrition*, 137(6), 1436–1441. <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1436>
- Bonilla-Hermosa, V. A., Duarte, W. F., & Schwan, R. F. (2014). Utilization of coffee by-products obtained from semi-washed process for production of value-added compounds. *Bioresource Technology*, 166, 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.05.031>
- Borrelli, R. C., Esposito, F., Napolitano, A., Ritieni, A., & Fogliano, V. (2004). Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1338–1343. <https://doi.org/10.1021/jf034974x>
- Braham, J. E., & Bressani, R. (1972). *Pulpa de Café-Composición, tecnología y utilización* (J. E. . Braham & R. Bressani (eds.)).
- Daglia, M., Papetti, A., Gregotti, C., Bertè, F., & Gazzani, G. (2000). In vitro antioxidant and ex vivo protective activities of green and roasted coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1449–1454. <https://doi.org/10.1021/jf990510g>
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutr. Hosp*, 21, 61–72.
- Fao, J., Food, W. H. O., Programme, S., Alimentarius, C., Of, R., Nineteenth, T. H. E., Of, S., Codex, T. H. E., On, C., Productschocolate, C., & This, B. (2003). *Alinorm 03/14. October 2001*, 3–5.
- Fernandez-Gines, J. M., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., & Perez-Alvarez, J. A. (2003). Effect of Storage Conditions on Quality Characteristics of Bologna Sausages Made with Citrus Fiber. *Journal of Food Science*, 68(2), 710–714. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05737.x>

- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3), 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>
- Grassi, D., Desideri, G., Necozione, S., Lippi, C., Casale, R., Properzi, G., Blumberg, J. B., & Ferri, C. (2008). Blood Pressure Is Reduced and Insulin Sensitivity Increased in Glucose-Intolerant, Hypertensive Subjects after 15 Days of Consuming High-Polyphenol Dark Chocolate. *The Journal of Nutrition*, 138(9), 1671–1676. <https://doi.org/10.1093/jn/138.9.1671>
- Grassi, D., Necozione, S., Lippi, C., Croce, G., Valeri, L., Pasqualetti, P., Desideri, G., Blumberg, J. B., & Ferri, C. (2005). Cocoa reduces blood pressure and insulin resistance and improves endothelium-dependent vasodilation in hypertensives. *Hypertension*, 46(2), 398–405. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000174990.46027.70>
- Jiménez-Zamora, A., Pastoriza, S., & Rufián-Henares, J. A. (2015). Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, 61(1), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.031>
- Murthy, P. S., & Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Pastoriza, S., Delgado-Andrade, C., Haro, A., & Rufián-Henares, J. A. (2011). A physiologic approach to test the global antioxidant response of foods. the GAR method. *Food Chemistry*, 129(4), 1926–1932. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.009>
- Roussos, S., de los Angeles Aquíahuatl, M., del Refugio Trejo-Hernández, M., Gaimé Perraud, I., Favela, E., Ramakrishna, M., Raimbault, M., & Viniegra-González, G. (1995). Biotechnological management of coffee pulp - isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 42(5), 756–762. <https://doi.org/10.1007/BF00171958>
- Saura-Calixto, F. (1998). Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4303–4306. <https://doi.org/10.1021/jf9803841>
- Torres, M. (2012). Influencia de las características y procesado del grano de cacao en la composición físico-química y propiedades sensoriales del chocolate negro tesis doctoral. *Universitat Rovira i Virgili.*, 1 recurs electrònic (246). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=102863%0Ahttp://hdl.handle.net/10803/80743>

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE INVERNADERO GERMINADOR CON UNIONES MECÁNICAS MEDIANTE LA COMPARACIÓN DE UN INVERNADERO REAL USANDO SOLIDWORKS SIMULATION Y FLOW SIMULATION

JOSÉ LUIS MANZO REYES,¹ JUAN VARGAS FERRER,² EDGAR HUGO MAYORAL ARZABA.³

RESUMEN

Para mejorar las cosechas en invernaderos las plántulas que se utilizan deben ser germinadas en la misma zona de ubicación mediante invernaderos germinadores para no someter a las plántulas a cambios climáticos distintos y tener plántulas disponibles para ciclos de cosechas programadas. Mediante el software SolidWorks y su complemento Simulation se diseñó y simuló un invernadero germinador con el fin de ahorrar recursos energéticos así como un ensamblaje sencillo del mismo con componentes metálicos para el cuerpo estructural, plástico de PVC flexible y la propuesta de la integración de piezas para generar uniones móviles desmontables que unen al cuerpo estructural utilizando tornillería metálica y la colocación de piezas de material PLA para ser impresas en 3D y por medio de SolidWorks y su complemento Flow Simulation analizar la dinámica de fluidos computacionales de las diferentes simulaciones correspondiente al comportamiento del aire con características meteorológicas reales como la temperatura y velocidad del viento del lugar en donde se colocaría al invernadero germinador.

Palabras Clave: Invernadero, Germinador, SolidWorks.

ABSTRACT

To improve harvests in greenhouses, the seedlings that are used must be germinated in the same area of location using germinating greenhouses so as not to subject the seedlings to different climatic changes and to have seedlings available

¹ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez joseluis.manzo@utxicotepec.edu.mx

² Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. juan.vargas@utxicotepec.edu.mx

³ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez edgarh.mayoral@utxicotepec.edu.mx

for programmed harvest cycles. Using SolidWorks software and its Simulation plugin, a germinating greenhouse was designed and simulated in order to save energy resources as well as a simple assembly of the same with metal components for the structural body, flexible PVC plastic and the proposal of the integration of parts for generate removable mobile joints that join the structural body using metal screws and the placement of pieces of PLA material to be printed in 3D and by means of SolidWorks and its complement Flow Simulation analyze the computational fluid dynamics of the different simulations corresponding to the behavior of air with real meteorological characteristics such as the temperature and wind speed of the place where the germinating greenhouse would be placed.

Keywords: Greenhouse, Germinator, SolidWorks.

INTRODUCCIÓN

Un invernadero es una estructura cerrada que controla el clima interno y protege del clima externo a cultivos vegetales; conformados en su estructura de materiales liviano y cubierto de un material transparente.

Los invernaderos al ser entornos cerrados acceden a controlar el clima para cultivos que no son de temporada, permiten que las plantas usen la mayor cantidad de energía metabólica en su proceso de desarrollo (Novagric, 2016).

Al utilizar un invernadero se reduce el riesgo por daños a cultivos debidos a cambio climático por los diferentes tipos de fenómenos naturales que se presentan y el control de plagas y enfermedades se controla de mejor manera sin grandes desperdicios (agroquívir, 2018).

Al desarrollar el diseño de un invernadero germinador mediante simulaciones con Software SolidWorks y sus complementos Simulation y Flow Simulation se busca generar una opción de mecánica desmontable y perfiles de corte recto para eliminar uniones por soldadura de arco eléctrico y formas estructurales curvadas manteniendo las características térmicas para la germinación de plántulas.

La investigación se centra en la obtención de un diseño para un invernadero germinador mediante la comparación de un invernadero germinador ubicado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez (UTXJ) para cumplir con las siguientes condiciones: contemplar materiales como el acero galvanizado en los elementos estructurales, PVC flexible para las cubiertas y la implementación de uniones mecánicas móviles desmontables por tornillería metálica y el desarrollo de piezas de PLA para ser impresas en 3D; obtener un sistema de ventilación que proporcione una temperatura constante dentro del invernadero utilizando datos de las condiciones meteorológicas del medio ambiente; y que al momento de automatizar el proceso de germinación de plántulas se tenga que emplear menos energía eléctrica al ajustar el valor de la temperatura que se solicite.

DESARROLLO

Invernadero germinador de la UTXJ

Para obtener el diseño del invernadero germinador a través de uniones mecánicas, se concentraron las características físicas de un invernadero real que se tiene en las Instalaciones de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez para pruebas de germinación de plántulas (ver Figura 1).

Los datos más relevantes que se necesitan conocer para un invernadero contemplan el tipo de clima en donde se localizan, los materiales de cubierta, los materiales estructurales y su longitud; y el tipo de invernadero (Novagric, 2016) obteniendo los siguientes datos:

Tipo de clima de Xicotepec de Juárez, Puebla: Cálido húmedo (Vida alterna).

Tipo de invernadero: Asimétrico.

Material estructural: Acero al carbono.

Tipo de uniones: Rígidas fijas por soldadura de arco eléctrico.

Longitud total del perfil estructural del invernadero: 177.40 metros.

Material de recubrimiento: Cloruro de Polivinilo (PVC) flexible y malla antiáfidos.

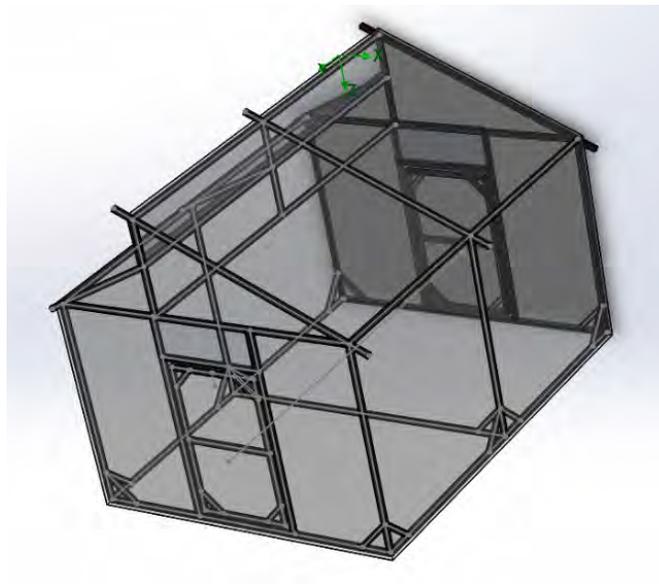
Figura 1. Invernadero para pruebas de germinación de la UTXJ.



Análisis del invernadero germinador de la UTXJ mediante SolidWorks

Por medio del complemento Simulation de SolidWorks se realiza un análisis estático utilizando el método de los elementos finitos FEM en donde el Software proporciona una técnica numérica para analizar los diseños iniciando con el desarrollo del cuerpo geométrico del invernadero germinador, el Software divide el cuerpo en elementos simples conectados mediante nodos. El Software genera una malla en todo el cuerpo de forma automática con base al tamaño del invernadero germinador y obtiene geometrías que puede analizar (Dassault Systemes, 2020)

Figura 2. Diseño del invernadero germinador de la UTXJ usando SolidWorks.



Una vez que se identifica que el invernadero germinador está desarrollado como un ensamblaje y que sus piezas tienen relaciones de posición correctas se asignan materiales a los elementos que dan forma al cuerpo geométrico de esta forma el Software determina el comportamiento del estudio, para obtener la geometría del cuerpo y prepararla para ser analizada son seleccionados de manera virtual al acero al carbono para los materiales estructurales, PVC flexible y malla antiáfidos para la cubierta (ver figura 2); al generarse los nodos se toman a consideración cuales son útiles para la aplicación de las cargas externas a las que se expondrá el cuerpo geométrico (ver Figura 3) que en este caso es la gravedad con un valor de 9.8 m/s^2 y fuerza con valor de 500 N así como los nodos que serán la sujeción. Se procede a la ejecución del análisis por parte del Software y se muestran los resultados del comportamiento del invernadero germinador que exponen el límite elástico por tensión axial y de flexión a un valor de $2.039 \text{ e}+08 \text{ N/m}^2$ (ver Figura 4) y el factor de seguridad mínimo igual a 24 (Weber, M. (2016)).

Los resultados del análisis se dieron por medio de uniones mecánicas rígidas mediante soldadura por arco eléctrico en los perfiles estructurales.

Figura 3. Creación de la malla y preparación para el análisis.

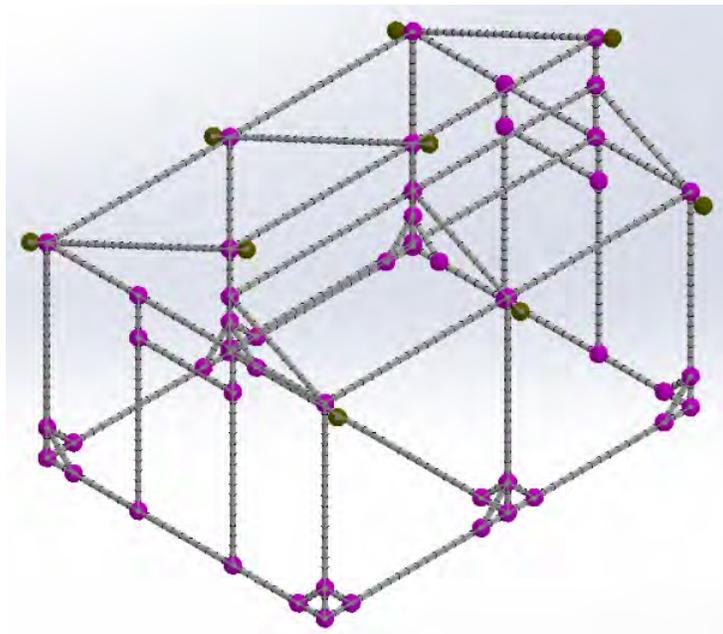
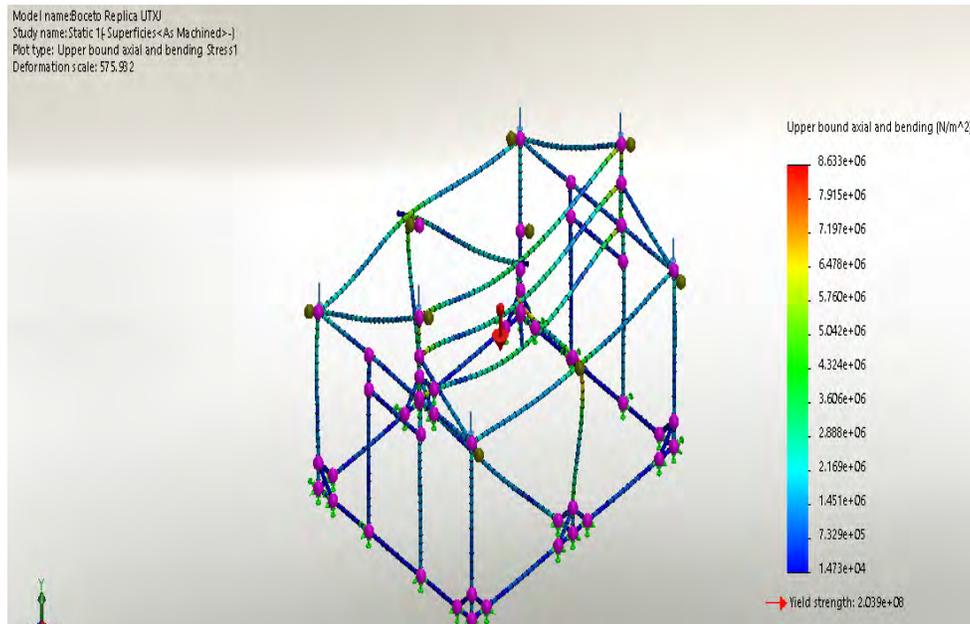


Figura 4. Resultados del análisis estático al invernadero germinador de la UTXJ.



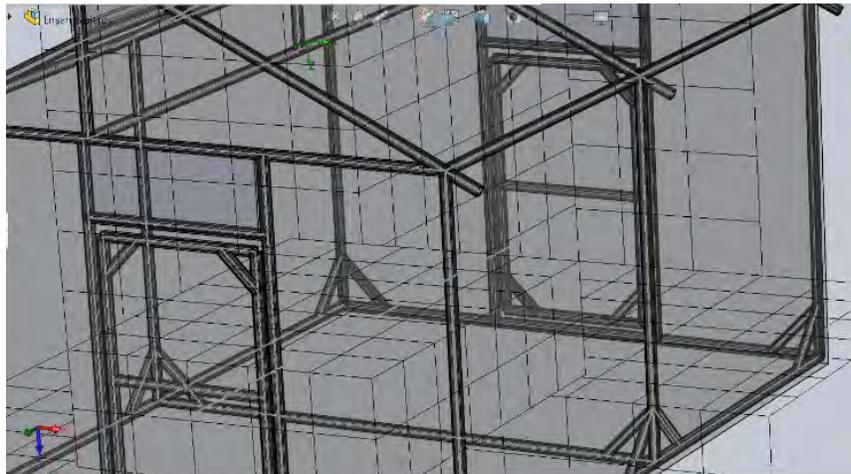
Con los análisis que se realizaron se verifica que las condiciones de deformación de los perfiles estructurales están dentro de los valores de los límites de elasticidad sin sufrir deformaciones plásticas y evitando llegar al punto de rotura.

Cuando se finalizan los análisis estáticos del cuerpo geométrico del invernadero germinador de la UTXJ se procede al desarrollo de las simulaciones para fluidos mediante SolidWorks Flow Simulation que usa el método de volumen finito FMV para la optimización de resultados. La preparación del proyecto inicia con el cierre del volumen del cuerpo geométrico con operaciones que el Software reconoce como opciones de entradas y salidas, para este caso se cuenta con una entrada y dos salidas para el fluido; como los materiales ya fueron elegidos para el cuerpo geométrico estos se heredan para iniciar los parámetros de ajuste de análisis de tipo interno con características de conducción de calor en un fluido gaseoso que son:

- El aire a una velocidad de 2.72 m/s que es la velocidad promedio del viento en la ciudad de Xicotepéc de Juárez, Puebla.
- Un valor de 9.8 m/s² para asignar a la gravedad.
- Un valor de 101325 Pascales (1 atmosfera) para presión.
- Temperatura del aire de 22 grados centígrados (Vida Alternativa, 2018).

El Software interpreta una zona de forma automática que debe ajustarse para obtener resultados más eficientes en donde el modelado efectúa como límites el análisis del aire llamada dominio computacional y un subdominio del fluido para seleccionar la zona en donde el aire fluye. Se distinguen las variables de temperatura del fluido y velocidad por medio de objetivos globales para pasar al refinado de la malla (ver figura 5) la cual entre mejor resolución contenga optimizará los resultados de manera más estable (Matsson, J. (2017)).

Figura 5. Selección y ajustes del mallado invernadero germinador.



Cuando el Software inicia la solución del comportamiento del fluido en el volumen del cuerpo geométrico por medio de iteraciones resuelve los cálculos y entrega el comportamiento del fluido; para obtener una comparación de resultados se aplicaron varias clonaciones de proyectos hasta quedar con dos que tiene acercamientos de datos de las demás pruebas realizadas.

Figura 6. Flujo de temperatura comparado con clonación de proyecto.

Project(1) [Predeterminado]

Project(2) [Predeterminado]

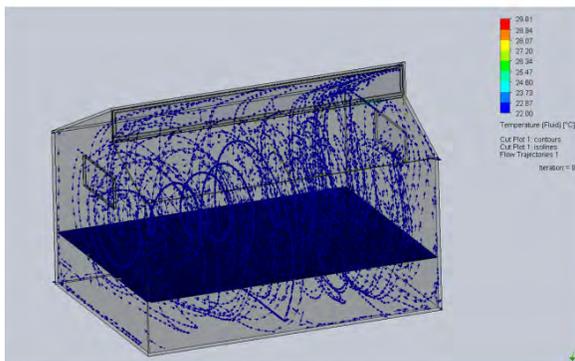


Imagen (a)

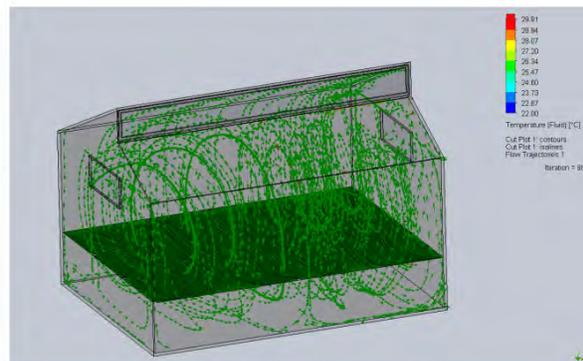
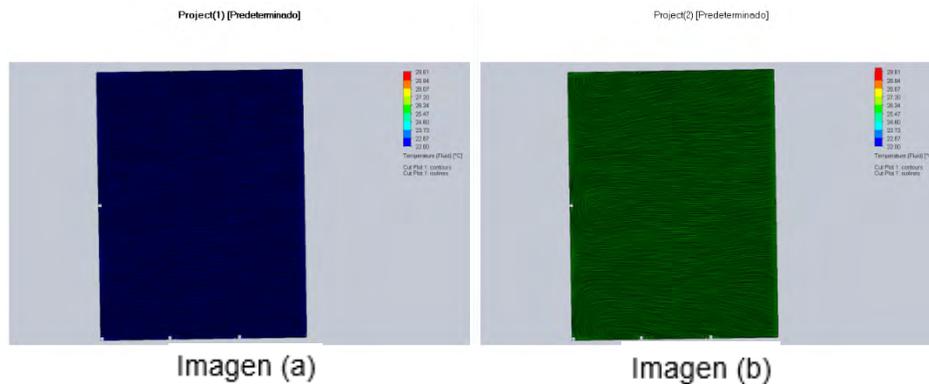


Imagen (b)

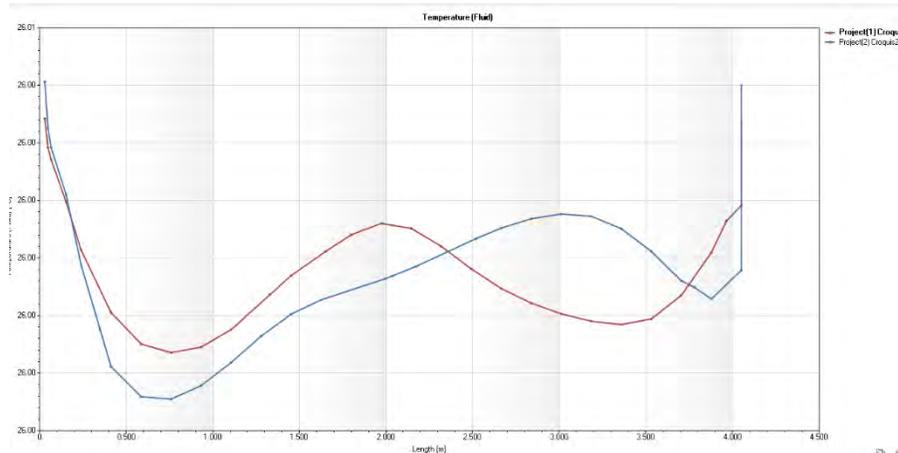
La imagen a (ver Figura 6) muestra la primera propuesta del comportamiento de flujo, la imagen b (ver Figura 6) muestra una clonación del proyecto original con ajustes en la resolución de la malla lo que ocasiona un ajuste en los parametros finales.

Figura 7. Plano de medición de la temperatura a 70 centímetros del suelo comparado con clonación de proyecto.



La imagen a (ver Figura 7) muestra el comportamiento de flujo a 70 centímetros del suelo en el planteamiento inicial, la Imagen b (ver Figura 7) muestra una clonación del proyecto original con ajustes en la resolución de la malla a 70 centímetros del suelo.

Figura 8. Comparación de resultados por efecto de mallado de proyectos para temperatura.



Se obtiene una gráfica para revisar una comparación de los resultados de la temperatura por medio del primer análisis y una clonación de este con un ajuste de una malla más refinada y obtener mejores resultados en la post producción (ver Figura 8).

Diseño y simulaciones de invernadero con uniones mecánicas

Cuando se obtienen los resultados y comportamientos de los análisis que involucran a los materiales físicos y el flujo de la temperatura en el invernadero germinador que se tiene de manera real se busca un diseño para un invernadero germinador el cual mejore resultados de los cálculos y en la practicidad que puede presentar en la vida real, lo primero que se realiza es la selección del tipo de invernadero que se quiere usar como base de diseños el cual contempla las características usadas con anterioridad para el primer invernadero germinador:

Tipo de clima de Xicotepec de Juárez, Puebla: Cálido húmedo.

Tipo de invernadero: Capilla a dos aguas.

Material estructural: Acero galvanizado.

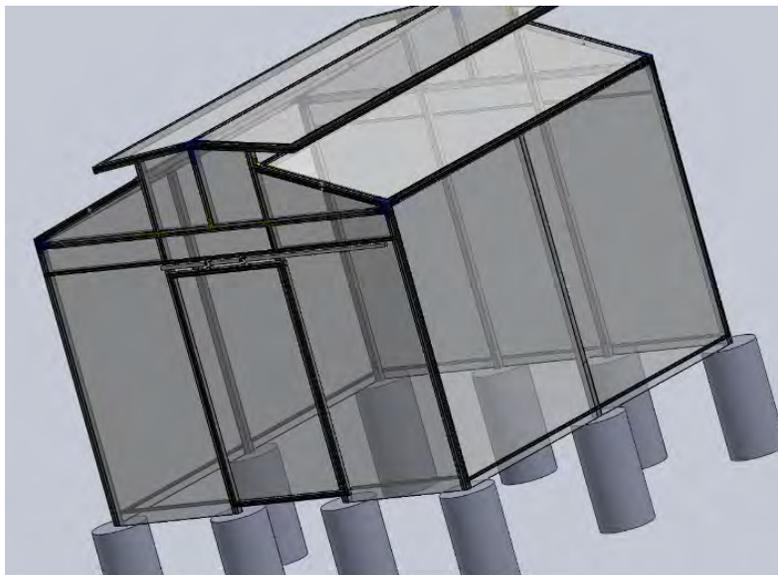
Tipo de uniones: Móviles desmontables atornilladas y piezas de material PLA.

Longitud total del perfil estructural del invernadero: 150 metros.

Material de recubrimiento: Cloruro de Polivinilo (PVC) flexible y malla antiáfidos.

Utilizando el invernadero germinador tipo asimétrico real se hizo la propuesta de trabajar con un invernadero germinador tipo capilla a dos aguas debido a que no presenta curvaturas en el diseño del perfil estructural evitando máquinas dobladoras para moldear el perfil estructural, el diseño del cuerpo geométrico que se propuso contiene estas características (ver Figura 9).

Figura 9. Diseño de Invernadero germinador con uniones mecánicas desmontables.



El análisis estático que se aplica al cuerpo geométrico del diseño propuesto utiliza los mismos criterios de planteamiento de parámetros a los efectuados en el cuerpo geométrico del invernadero germinador de la UTXJ con la diferencia que las uniones que se realizan tienen un ajuste al no utilizar soldadura por arco eléctrico y emplear piezas de diseño para ser impresas en 3D y tornillería metálica.

Las piezas diseñadas para impresión 3D fueron creadas para adaptarse a las trayectorias de los perfiles estructurales; se realizaron esquineros (ver Figura 10) y refuerzos (ver Figura 11) que al obtener sus cuerpos geométricos y al ser exportados para ser impresos en el Software Ultimaker Cura determinan las características en tiempos refuerzos para ser impresas por medio de código g (Berchon, M. y Luyt, B. (2016). Utilizan las propiedades del PLA (ácido poliláctico) y tornillos de acero al carbono que al unirse al invernadero germinador otorgan resultados satisfactorios debido a que son piezas fáciles de colocar y tienen una resistencia mecánica tolerable en el diseño del invernadero germinador.

Figura 10. Esquineros diseñados en SolidWorks y exportados a Ultimaker Cura.

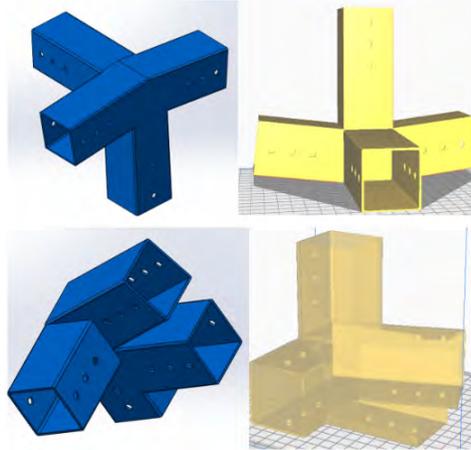
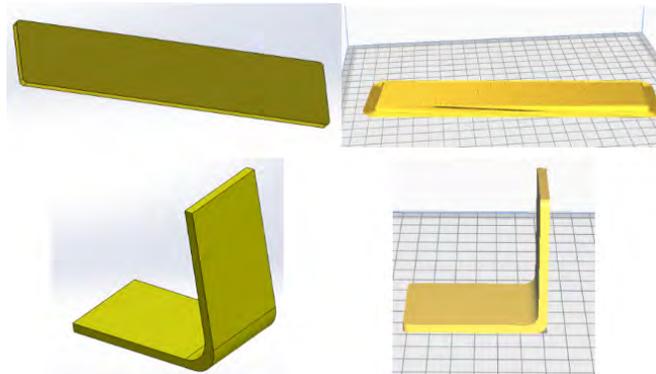


Figura 11. Refuerzos diseñados en SolidWorks y exportados a Ultimaker Cura.



Los resultados del análisis estático que otorga SolidWorks muestran los resultados del comportamiento del invernadero germinador que exponen el límite elástico por tensión axial y de flexión a un valor máximo de $2.001e+07$ N/m² con un valor de límite elástico de $2.039e+08$ N/m² (ver figura 12) y un factor de seguridad mínimo igual a 10 (ver Figura 13).

Figura 12. Resultado del límite elástico por tensión axial y de flexión.

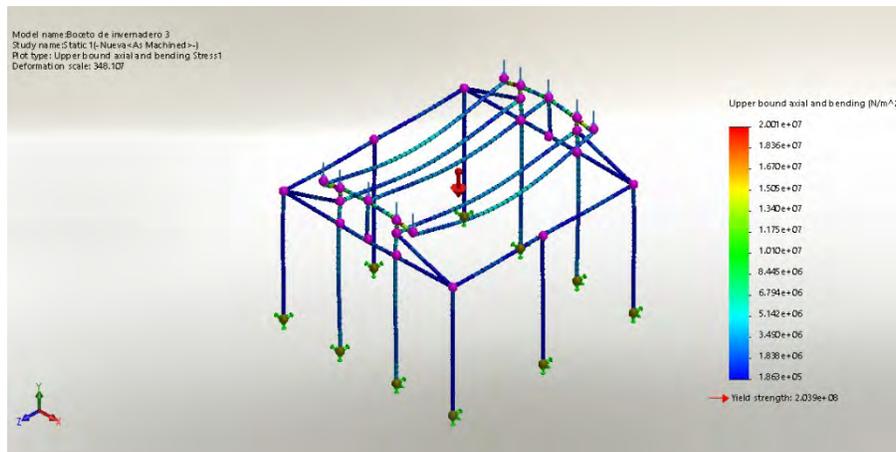
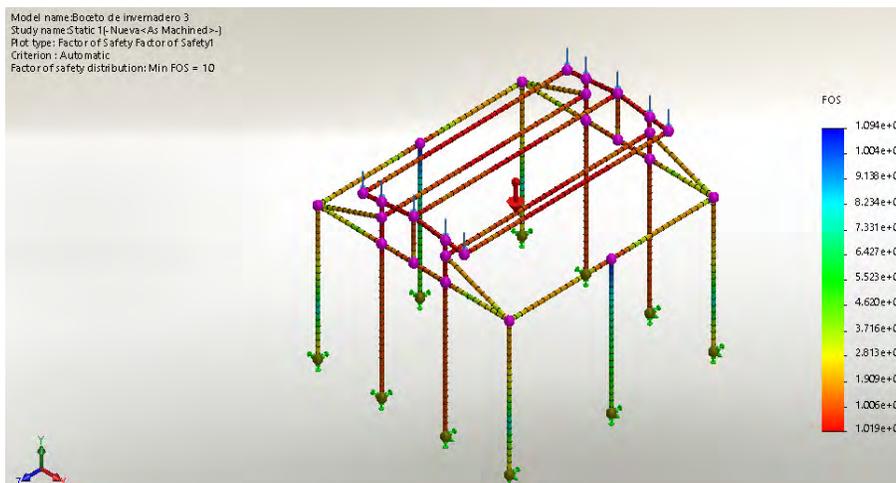
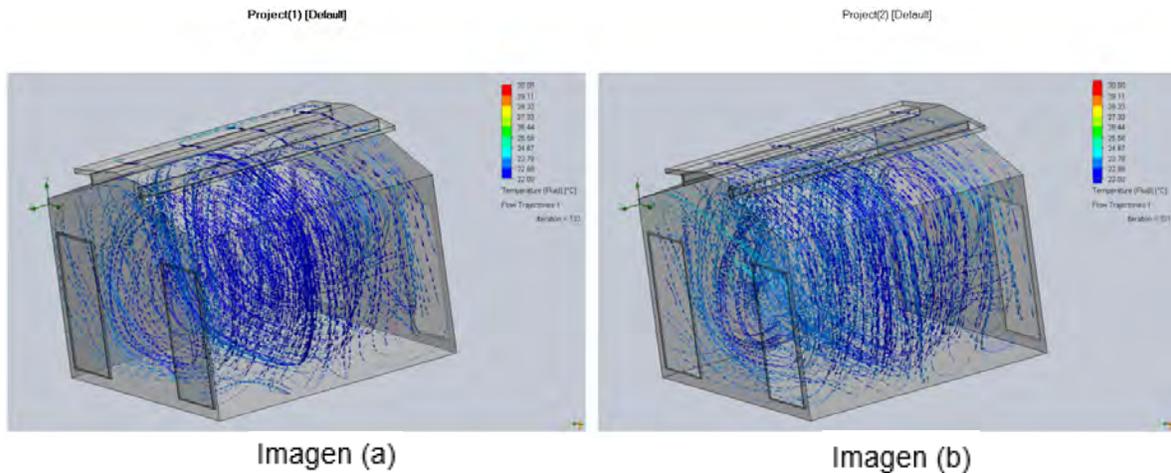


Figura 13. Valor mínimo del factor de seguridad igual a 10.



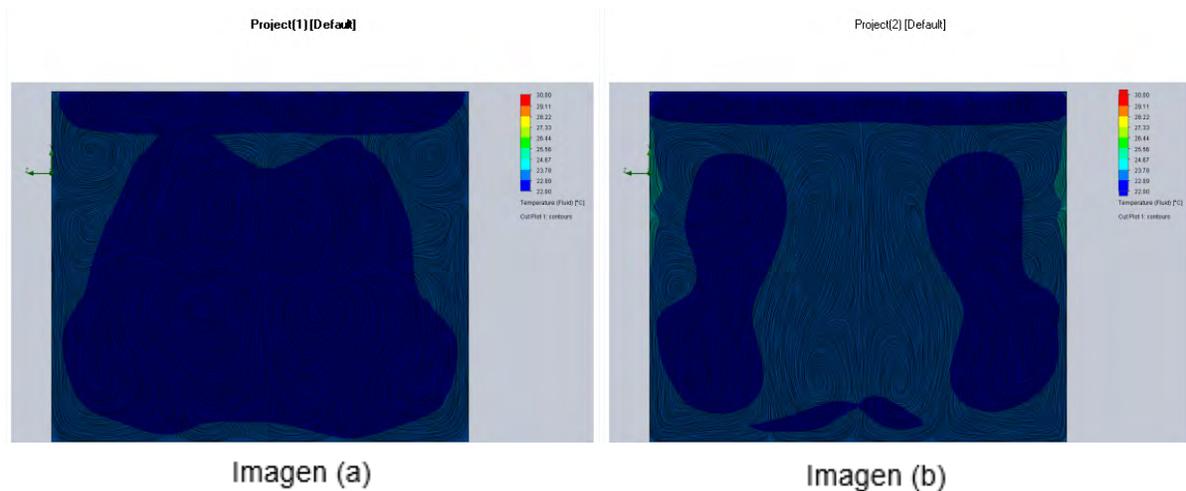
Con el cuerpo geométrico generado para el análisis estático del invernadero germinador propuesto los pasos para el análisis del método de volumen finito que resuelve SolidWorks Flow Simulation son los mismos considerando una temperatura en las paredes del invernadero de 30 grados centígrados con el comportamiento de flujo (ver Figura 14).

Figura 14. Flujo de temperatura comparado con clonación de proyecto.



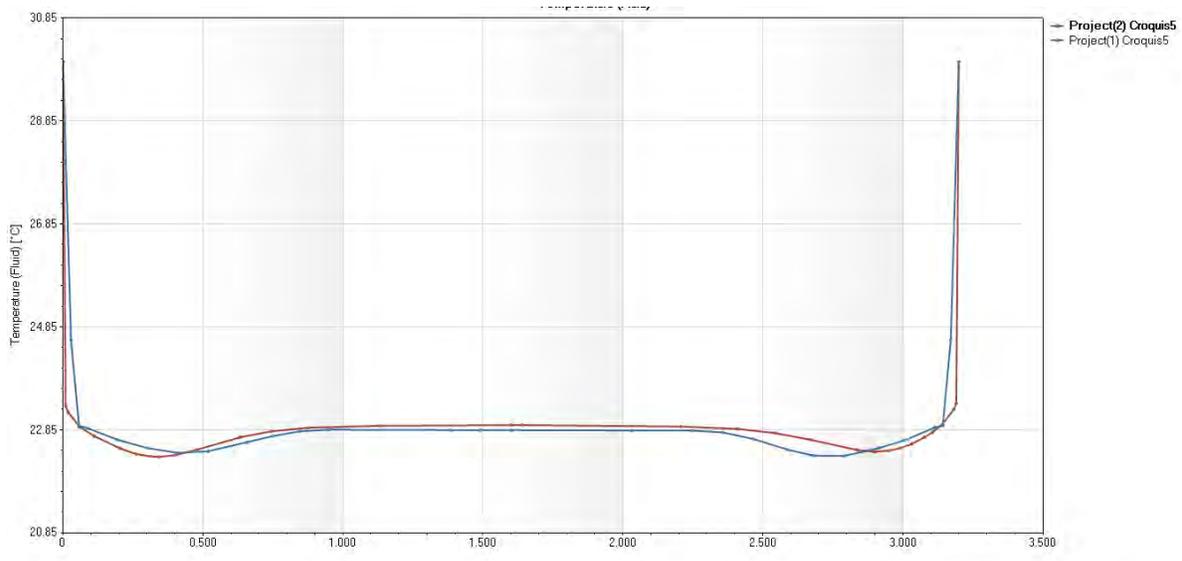
La imagen a (ver Figura 14) muestra la primera propuesta del comportamiento de flujo, la imagen b (ver Figura 14) muestra una clonación del proyecto original con ajustes en la resolución de la malla genera un mejor comportamiento en la distribución de la temperatura.

Figura 15. Plano de medición de la temperatura a 70 centímetros del suelo comparado con clonación de proyecto.



La imagen a (ver Figura 15) muestra el comportamiento de flujo a 70 centímetros del suelo en el planteamiento inicial, la imagen b (ver Figura 15) muestra una clonación del proyecto original con ajustes en la resolución de la malla que muestra una mejor distribución de temperatura sobre la superficie.

Figura 16. Gráfica de comparación de resultados por efecto de mallado de proyectos para temperatura.



Por medio de una gráfica que se genera en la post producción de SolidWorks Flow Simulation se observa una comparación de los resultados de la temperatura por medio del primer análisis y una clonación con una malla refinada para obtener datos de un ahorro de tiempo en el procesamiento de información (ver Figura 16).

El diseño final de invernadero germinador entregó propiedades de mejora en comparación del invernadero germinador de la UTXJ las cuales fueron:

- Se ocuparon 22 metros menos de perfil estructural con relación al invernadero de comparación.
- Se eliminó el uso de soldadura por arco eléctrico con la adición de sujeciones atornilladas y el diseño de piezas de PLA para ser impresas en 3D las cuales fueron analizadas por separado de la estructura, la conexión de energía más cercana se encuentra a unos 30 metros de distancia del invernadero lo que ocasiona problemas al momento de soldar en el lugar.
- La cubierta plastificada de PVC flexible es seccionada en distancias más cortas lo que involucra que si existe algún daño por rotura el cambio se realice sin sacrificar tanto material como en el caso de algunos diseños de invernaderos (Gutiérrez, 2020).

- Con los análisis que realiza SolidWorks respecto a las cargas externas y al flujo de calor en el invernadero permiten establecer un mejor criterio al momento de contemplar programas de mantenimiento visualizando las zonas con el factor de seguridad mínimo.
- Se colocaron ventilaciones laterales y cenitales que permiten una ventilación con mejor uniformidad para el control de temperatura (Infoagro, 2017) de forma que el comportamiento del flujo de aire no ocasione grandes diferencias de temperaturas o efectos de turbulencia a los 70 centímetros a partir del nivel del suelo (Gutiérrez, 2020) ya que a esa altura se colocan las mesas en donde las plántulas llevaran su proceso de germinación (ver Figura 15).

CONCLUSIONES

Contar con un invernadero real ayuda a obtener información esencial al momento de generar un diseño de cuerpo geométrico por medio de software para diseño asistido por computadora, el cual puede plantear diferentes escenarios a los comportamientos que se requieran logrando opciones donde los materiales como el PLA que es un bioplástico participe para dar soporte de conexión en donde antes solo los metales y las uniones mecánicas fijas actuaban en la construcción de invernaderos; una mejor perspectiva de las zonas en donde se pueden ahorrar materiales sin sacrificar resistencia ante las cargas ambientales a las que se somete un invernadero; se tiene una forma visual del comportamiento del flujo de aire ante las condiciones internas de temperatura un invernadero y lograr diseñar ventilaciones las cuales ayudan a mantener un mejor valor de temperatura en las plántulas que se quieren germinar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Novagric. (2016). (<https://www.novagric.com/es/>).

Ventajas y desventajas de los invernaderos. (2018). agroquivir.
<https://agroquivir.com/?p=3496>

Román, N. (2017). Manual para la construcción de invernáculos.
<http://www.fao.org/3/a-i7293s.pdf>

Matsson, J. (2017). An Introduction to SolidWorks Flow Simulation (2017). SDC Publications.

Weber, M. (2016). SolidWorks Simulation 2017 Black Book. CAD/CAM/CAE Works.

Dassault Systemes. Ayuda de SolidWorks Versión 2020.
http://help.solidworks.com/2017/spanish/SolidWorks/cworks/c_Background_on_Meshing.htm.

Vida Alterna (2018). Clima, flora y fauna de Xicotepec de Juárez.
http://www.elclima.com.mx/clima_flora_y_fauna_de_xicotepec_de_juarez.htm

Berchon, M. y Luyt, B. (1 de enero de 2016) La Impresión 3D. Editorial Gustavo Gili

Importancia de la ventilación en cultivos intensivos (2017). Infoagro.
<https://mexico.infoagro.com/importancia-de-la-ventilacion-en-cultivos-intensivos/>

(D. M. Gutiérrez, comunicación personal, 20 de enero de 2020)

COAGULACIÓN, FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN PARA LA CLARIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ,¹ FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES,² NELLY GARCÍA CORTES,³
KELVIN ALFARO CEDILLO.⁴

RESUMEN

El agua es uno de los elementos naturales fundamentales que junto con el aire, la tierra y la energía constituyen los cuatro recursos básicos donde se apoya la vida en cualquiera de sus formas, sin embargo, la importancia de su calidad, ha tenido un lento desarrollo, sólo hasta finales del siglo XIX se le reconoció como origen de numerosas enfermedades infecciosas, empezando a generarse métodos para su purificación. La ciudad de Ajalpan, se caracteriza porque el agua potable se usa para los hogares, industria, dependencias públicas, privadas y riego agrícola, es bombeada por el Ayuntamiento, obtenida de la perforación de pozos profundos, es desechada al canal de aguas negras y conducida por el dren de Valsequillo hasta su destino final. Por esta razón en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan se realizaron algunos experimentos con alumbre para la clarificación del agua residual, dando como resultado ser una alternativa viable y económica para que en los hogares e industria se implemente para disminuir los problemas de contaminación y su utilización para regar plantas o pastos, con los lodos residuales es posible que se realicen compostas o fitorremediación de suelos.

Palabras clave: alumbre natural, contaminación, dren de Valsequillo, clarificación.

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

ABSTRACT

Water is one of the fundamental natural elements that together with air, earth and energy constitute the four basic resources for supporting life in any of its forms, however, the importance of its quality has had a slow development, only until the end of the 19th century was recognized as the origin of numerous infectious diseases, beginning to generate methods for its purification. In the city of Ajalpan, drinking water that is used for homes, industry, public, private and agricultural irrigation units, is pumped by the City Council, obtained from the drilling of deep wells, then it is discarded to the sewage channel and conducted by the Valsequillo drain to its final destination. For this reason at the Superior Technological Institute of the Sierra Negra de Ajalpan some experiments were carried out with students for the clarification of wastewater, resulting in a viable and economical alternative for homes and industry to be implemented to reduce the problems of contamination and its use to irrigate plants or pastures, with waste sludge it is possible to make composts or soil phytoremediation.

Index words: Natural alum, pollution, Valsequillo drain, clarification.

INTRODUCCIÓN

Agua

Los primeros asentamientos de nuestros antepasados siempre tenían lugar en ubicaciones donde hubiese agua dulce disponible, como lagos y ríos. Y fue entorno al agua donde se originaron las primeras formas de sociedad, tal y como la concebimos hoy en día.

Cuando estas formas primitivas de sociedades empezaron a evolucionar y crecer de manera extensiva surgió la necesidad de buscar otras fuentes diferentes de agua, por lo que las personas se vieron obligadas a desarrollar sistemas que les permitieran aprovechar los recursos de agua subterráneos, dando origen a las primeras construcciones de pozos.

En Jericó (Israel) hace aproximadamente 7.000 años el agua era almacenada en los pozos para su posterior utilización. Como el agua había de ser trasladada de los pozos a otros puntos se empezaron a desarrollar los sistemas de transporte y distribución mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas.

Años más tarde se comenzaron a utilizar tubos huecos, más parecidos a lo que son nuestras tuberías de hoy en día. Por ejemplo, en Egipto se utilizan árboles huecos de palmera mientras en China y Japón utilizan troncos de bambú. Fueron precisamente los egipcios, los primeros en utilizar métodos para el tratamiento del agua (Andrade-Rosas y Castro-Cañón, 2017).

Aguas residuales

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

Aguas grises: son todas aquellas que tienen un grado de contaminación tolerable y fácil de tratar, por lo que principalmente están compuestas de jabones, detergentes, y otros productos de limpieza.

Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego, limpieza de calles, parques y lugares públicos.

Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales; contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos, grasas, otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo (Espigares-García y Pérez-López, 1985).

Características de las aguas residuales

En términos generales las aguas residuales poseen las siguientes características:

- Líquido turbio

- Color amarillo a gris

- Olor séptico

- Partículas suspendidas: Heces, residuos vegetales, papel, plástico.

Las aguas residuales domésticas están conformadas principalmente de agua (99.9 %) junto con concentraciones relativamente pequeñas de sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos. Entre las sustancias orgánicas presentes en el desagüe están los carbohidratos, grasas, jabones, detergentes sintéticos, proteínas y sus productos de descomposición, así como varios químicos orgánicos sintéticos y naturales provenientes de los procesos industriales. Los contaminantes en las aguas residuales son generalmente mezclas complejas de compuestos orgánicos e inorgánicos originados de flujos domésticos o industriales, de aguas de lluvia o infiltración del agua subterránea (Barba, 2002).

Sistema de tratamientos de agua residuales

Las diversas actividades del ser humano han traído como consecuencia la contaminación de las aguas superficiales con sustancias químicas y microbiológicas, además del deterioro de sus características estéticas. Para hacer frente a este problema, es necesario someterla a una serie de operaciones o procesos unitarios, a fin de purificarla o potabilizarla para que pueda ser utilizada. Una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico mediante el cual las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas.

Según el Medio de Eliminación de los Contaminantes se clasifican en:

- a) **Físicos:** predomina la aplicación de fuerzas físicas, en la eliminación de los contaminantes.
- b) **Químicos:** la eliminación de los contaminantes es dada por la adición de un producto químico o por otras reacciones químicas.
- c) **Biológicos:** Son los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación de contaminantes es provocada por una actividad biológica. Consiste en una degradación de los compuestos orgánicos presentes en el efluente por microorganismos que se alimentan de la contaminación orgánica disuelta (lodos activados). Dispositivos de aireación permiten a las bacterias aerobias utilizadas incrementar su metabolismo y, en consecuencia, su acción (SAICM, 2007).

Coagulación, floculación y sedimentación

La coagulación-floculación es una técnica química de tratamiento del agua que se aplica, típicamente, antes de un proceso físico de separación que suele hacerse por sedimentación o filtración, con el fin de mejorar su capacidad de eliminación de partículas. La coagulación neutraliza cargas y forma una masa gelatinosa que atrapa (o une) partículas, aumentando su tamaño de modo que puede quedar atrapada en el filtro o sedimentar. La floculación mueve suavemente o agita tales partículas, haciendo que se unan formando masas mayores que sedimentan con más facilidad o pueden ser filtradas (Mazille y Spuhler, 2018).

Alumbre

La piedra de alumbre es un mineral, sal a base de sulfato de potasio (alunitas), que se encuentra de forma natural en muchas regiones de todo el mundo, sobre todo en Siria y Oriente Medio. Se utiliza desde la antigüedad tanto en cosmética como en tejidos (Lerma, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

Bitácora para el registro de observaciones

250 gr de piedra de alumbre

1 litro de diferentes fuentes de agua contaminada

2 Vasos de vidrio

1 Pipeta de laboratorio

Coladera

Cuchara cafetera

Métodos:

1. Triturar el alumbre, hasta obtener polvo.
2. Se toma 250 mililitros de agua turbia y se mezcla con una cucharada de alumbre.
3. Se agita el agua hasta que el alumbre se mezcle.
4. Se deja reposar por 20 minutos
5. Para que la purificación de agua quede completa y se le pueda dar un segundo uso debe pasar por el método de filtración, el filtro dejará salir el agua purificada y atrapa los residuos de lodo y restos del alumbre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan resultados de la aplicación química con alumbre para la clarificación del agua proveniente de diferentes fuentes residuales.

Figura 1. Agua residual de uso doméstico



En la figura 1 se observa agua residual proveniente de uso doméstico (izquierda) con la aplicación y clarificación con alumbre (derecha).

Figura 2. Agua residual usada en lavadora



En la figura 2 se muestra agua proveniente de su utilización en lavadora con la aplicación de alumbre (izquierda) y el resultado de la clarificación (derecha).

Figura 3. Agua residual usada al lavar trastes



Se observa en la figura 3 que el agua de trastes presenta materia orgánica, grasas y espuma suspendida (izquierda) después de su clarificación con alumbre es notorio que tuvo efectos positivos (derecha).

Al combinar el agua residual generada en el hogar, lavadora y trastes, se puede observar en la figura 4 los resultados.

Imagen 4. Combinación de aguas residuales



A la izquierda se observa el agua combinada y aplicación de alumbre, a la derecha se aprecia la clarificación del agua.

Con los cuatros experimentos realizados se logró obtener un resultado favorable ya que el método propuesto para la clarificación de agua resulto 100%, efectivo. Por cada 20 litros de agua se utilizará 7.3 gramos de alumbre, pero se necesitaría un método de filtración para que el lodo o la sedimentación que queda no se trasfiera y se contamine el agua. Aunque el alumbre sirve para clarificar el agua residual, es importante recordar que no es apta para el consumo, para que esto se logre se necesita añadirle otro agente descontaminante de gérmenes, si se bebe antes de eso puede ser parcialmente peligrosa para la salud.

Sánchez, Ceballos y Sánchez en 2015 analizaron la ingeniería de producción que está basada en la optimización de los procesos productivos, debido a esto propusieron un proyecto se enfoca en aprovechar y reutilizar el agua de la lavadora después de cada proceso de lavado, evitando así el desperdicio del recurso.

CONCLUSIONES

Al adicionar alumbre al agua residual se logra la coagulación y floculación de las partículas suspendidas que sedimentan a la superficie del recipiente dejando el agua clara. Estos sedimentos deberán desecharse, el agua clarificada debe filtrarse y desinfectarse para garantizar su inocuidad si se quisiera utilizar para consumo del ser humano.

Es un método económico porque 250 g tiene un costo de \$15.00 y se puede adquirir en las tlapalerías para que las familias de la ciudad de Ajalpan puedan empezar a implementarlo y de esta manera utilizar el agua en la limpieza del sanitario o riego de plantas en sus patios y jardines, contribuyendo a disminuir el impacto ambiental generado por la contaminación del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Rosas, Y. A. y Castro-Cañón, L. M. 2017. Diseño hidráulico de una planta de tratamiento de agua residual en el hospital nuevo del municipio de Zipaquirá Colombia. Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil Bogotá D. C.
- Barba-Ho, L. E. 2002. Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. Universidad del valle facultad de ingenierías escuela de ingeniería de recursos naturales y del ambiente área académica ingeniería sanitaria y ambiental Santiago de Cali. Universidad del Valle, Facultad de Ingenierías. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y el Ambiente. Área Académica: Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Santiago de Cali.
- Espigares-García, M. y Pérez-López, J. A. 1985. Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada.
- Lerma, J. 2005. La minería del alumbre en la comarca de Andorra. Revista de Andorra, 5, 150-187.
- Mazille, F. y Spuhler, D. 2018. Coagulación, floculación y separación. BID Mejorando vidas.
- SAICM 2007. Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional. Ginebra-Suiza: SAICM, PNUMA, Organización Mundial de la Salud.
- Sánchez, P. A., Ceballos, F. y Sánchez, T. G. 2015. Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: Modelación y simulación. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 25(2), undefined-undefined. [fecha de Consulta 25 de Noviembre de 2019]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=911/91142868008>

FERTILIZACIÓN PARA LA PRIMERA ETAPA DE DESARROLLO DE PLANTAS DE CHAYOTE (*Sechium edule*)

SALVADOR PAREDES RINCÓN,¹ LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ,² IVAN TORALES OLGUIN,³
ARLIN ZARATE MEJIA⁴

RESUMEN

Los productores chayoteros del estado de Veracruz, enfrentan rezago tecnológico, en el rubro de fertilización esto limita la producción. Esta investigación se realizó en Coscomatepec, Ver. en el cultivo chayote (*Sechium edule*), durante agosto - diciembre 2019, utilizando plantas en primera etapa de desarrollo. Bajo un diseño completamente al azar, se aplicó la fórmula de fertilización NPK + Ca, Mg; 66.32, 10.4, 45, + 46, 10.24 Kgh⁻¹, respectivamente, acorde a los requerimientos nutricionales en su primera etapa de desarrollo a 20 plantas (Tratamiento 1) y como testigo 20 plantas sin aplicación de fertilizante (Tratamiento 2). Para conocer la asimilación de nutrientes (N, K, Ca, Na) se hicieron dos análisis foliares, uno en agosto antes de la fertilización y otro al final en diciembre después de la fertilización. Se midió altura y diámetro del tallo. La fertilización favoreció la disponibilidad de nutrientes para las plantas asimilando los nutrientes que requerían en la primera etapa de desarrollo, en comparación con las plantas testigo que estuvieron limitadas a la disponibilidad de nutrientes directamente del suelo. En consecuencia, se obtuvo mayor asimilación de nutrientes en las plantas con tratamiento y morfológicamente se observó mayor altura, grosor del tallo y número de hojas en plantas.

Palabras clave: *chayote, fertilización, asimilación, desarrollo.*

¹ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. paredesrincon@yahoo.com.mx

² Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. montesgutierrez55@hotmail.com

³ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. torales_ivan@hotmail.com

⁴ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. arzam_11@hotmail.com

ABSTRACT

The chayotero producers of the state of Veracruz, face technological lag, in the area of fertilization this limits production. This research was carried out in Coscomatepec, Ver. In the chayote (*Sechium edule*) crop, during August - December 2019, using plants in the first stage of development. Under a completely randomized design, the fertilization formula NPK + Ca, Mg; 66.32, 10.4, 45, + 46, 10.24 Kgh-1, respectively, according to the nutritional requirements in its first stage of development to 20 plants (Treatment 1) and as a control 20 plants without application of fertilizer (Treatment 2). To know the assimilation of nutrients (N, K, Ca, Na), two foliar analyzes were made, one in August before fertilization and another at the end in December after fertilization. Stem height and diameter were measured. Fertilization favored the availability of nutrients for the plants by assimilating the nutrients they required in the first stage of development, compared to the control plants that were limited to the availability of nutrients directly from the soil. Consequently, greater assimilation of nutrients was obtained in the plants with treatment and morphologically greater height, stem thickness and number of leaves were observed in plants.

Keywords: chayote, fertilization, assimilation, development.

INTRODUCCIÓN

La planta de chayote es una dicotiledónea, con enredadera y gran producción de tallos largos con alta ramificación, sus flores se producen en racimos separados (Mag.go.cr. 2020).

Actualmente el chayote se distribuye prácticamente en los cinco continentes, ya que en los últimas dos décadas ésta especie ha prosperado comercialmente de hortaliza de traspatio, a producto no tradicional de exportación (Cadena *et al.*, 2001), su demanda principal es el mercado de Norte América (Lira-Saade, 1996, Cadena, 2005). En México, los estados que mantienen una producción importante son Veracruz, Jalisco, Michoacán, Nayarit y San Luis Potosí (Bancomext, 1999, Cadena *et al.*, 2008).

Es importante mencionar que en el país hay más de dos mil productores de chayote, los cuales están distribuidos a lo largo de la República, donde se producen alrededor de 40 mil empleos al año tanto directos como indirectos, esto además de fomentar la creación de empleos, genera una derrama económica importante (Hidroponia, 2017).

El municipio Coscomatepec, Ver., se caracteriza por ser el mayor productor de chayote (*Sechium edule*) a nivel estatal con 2,500 productores que en un 90% obtienen un producto de calidad de exportación (Ramirez, 2016).

Dentro de la problemática que enfrentan los productores chayoteros de esta región está el rezago tecnológico, con la falta de utilización de nuevas técnicas agrícolas aspirar a una mejor productividad y competitividad, entre ellas mejorar un plan de fertilización de acuerdo a la etapa en la que se encuentre el cultivo. Hoy en día suelen aplicar fórmulas de fertilización que no son adecuadas para el tipo de suelo por lo tanto la planta no aprovecha eficientemente algunos nutrimentos, lo que ocasiona la pérdida de fertilizante e incremento de los costos, al mismo tiempo los rendimientos esperados no son lo esperado. Al respecto en otros países como Costa Rica, Actualmente, no existe investigación que indique una fertilización racional y económica para este cultivo, en la siembra no se acostumbra, sino unos quince días después con fertilizante de fórmula completa (15-15-15, 12-24-12, etc.). Sin embargo, es muy recomendable aplicar un fertilizante a base de fósforo en el fondo del hoyo. La práctica generalizada de fertilización para el chayote de exportación, es aplicar desde 0,5 a 1 kg de fertilizante por planta, de las fórmulas 10-30-10 ó 15-15-15, cada 2 o 4 semanas durante la época de producción. Desde la siembra al inicio de producción de frutos, la fertilización es menor. El nitrógeno es el elemento más importante para la producción. Una experiencia llevada a cabo con este elemento, produjo un incremento lineal de la producción con cada aumento en la dosis, hasta 300 kg N/ha (Mag.go.cr., 2020).

En estos casos, juega un papel importante algunas técnicas como el análisis de suelo, análisis de la solución del suelo y análisis foliar para poder saber qué es lo que hay en el suelo y que elemento aprovecha la planta y poder determinar así la asimilación de nutrientes. Con ello se podrán recomendar fórmulas de fertilización

adecuadas para que la planta tome los nutrientes necesarios, según la etapa en la que se encuentre. Es necesaria la fertilización equilibrada para un uso óptimo del fertilizante. Las plantas son como las personas: una dieta equilibrada es necesaria y no es suficiente comer excesivamente de una clase de alimento. Si la dieta es desequilibrada, los seres humanos eventualmente se enferman. (Fertilizantes, 2002).

Gourcy (2010), señala que el requerimiento nutricional para que la planta de chayote complete su primera etapa de desarrollo necesita por hectárea 65 kg de N, 10 kg de P, 45 kg de K, 50 kg de Ca y 11 kg de Mg.

DESARROLLO

El experimento se realizó en Coscomatepec, Veracruz, en Agosto a Diciembre de 2019. El municipio de Coscomatepec se encuentra Ubicado en las coordenadas geográficas 19° 04' latitud norte y 97° 03' longitud oeste, a una altura de 1520 promedio metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Alpatlahuac y Calcahualco; al este con Huatusco, Ixhuatán del Café y Tomatlán; al sur con La Perla y Chocamán, al oeste con Calcahualco y La Perla. La temperatura generalmente varía de 8°C a 26 °C en promedio. Su suelo es de origen in-situ, coluvial y volcánico de profundidad somera, media y profunda, de textura franco-arenosa, franco-arcillosa y arenosa (Spark, 2016).

El material utilizado consistió en plantas de chayote (*Sechium edule*) ya establecida en la primera etapa de desarrollo a los 15 días de la siembra antes de la aplicación del fertilizante.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en aplicación de fertilizantes para la primera etapa de desarrollo (fórmula: NPK + Ca, Mg; 66.32, 10.4, 45, + 46, 10.24 Kgh⁻¹, respectivamente (Tratamiento 1), recomendada por Gourcy (2010) y un testigo con 20 plantas (20 repeticiones) sin aplicación de fertilizantes, solo riego (Tratamiento 2), siendo un total de 40 unidades experimentales, mismos que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (Figura 1). Las fuentes utilizadas fueron; CAN 27 4mg, MAP, Nitrato de calcio y Cloruro de Potasio.

Figura 1. Distribución de tratamientos en unidades experimentales, de acuerdo a un diseño completamente al azar

T1R1	T1R5	T1R2	T1R6	T2R11
T1R13	T2R1	T2R6	T2R12	T1R14
1R16	T1R8	T2R7	T1R7	T2R15
T1R19	T2R14	T1R10	T1R9	T2R19
T2R3	T1R3	TIR4	T1R18	T1R17
T1R11	T2R2	T1R20	T2R4	T2R5
T2R8	T2R13	T2R16	T1R12	T2R18
T2R9	T2R10	T1R15	T2R17	T2R20

Método de aplicación del fertilizante

La fórmula de fertilización se aplicó principalmente alrededor de la planta con una distancia de 30 cm de separación, para evitar quemaduras en el tallo, posteriormente se cubrió con suelo para evitar su volatilización.

VARIABLES DE RESPUESTA MEDIDAS

Altura de planta

Se midió la altura de la planta mediante un flexómetro al inicio de la aplicación de fertilización a los 15 días de la siembra, desde la base al ras del suelo, hasta la parte apical de la planta, sin estirar la planta. Este procedimiento se repitió cada 15 días después de la primera evaluación.

Diámetro de tallo

Se midió el diámetro de tallo de la planta con un vernier a los al inicio de la aplicación de fertilización a los 15 días de la siembra y posteriormente a los 15 días de la primera evaluación.

Número de hojas.

Se contó el número de hojas de las plantas de chayote al final.

Análisis foliar inicial y final.

Se realizó un análisis foliar antes de la aplicación del fertilizante a cada planta, para conocer qué cantidad de nutrientes contenían inicialmente. Asimismo, se volvió a analizar al final, tanto a las plantas con tratamiento, como a las plantas testigo, para calcular la cantidad de nutrientes que asimilo la planta durante el periodo de estudio. En la figura 2 se muestran los medidores de nutrimentos que se utilizaron para realizar los análisis foliares.

Figura 2. Medidores de nutrientes



RESULTADOS

Altura de plantas con tratamiento y testigo

En las Figuras 3 y 4 se observa la altura de plantas con tratamiento y testigo en la primera y segunda evaluación respectivamente.

Figura 3. Altura de la planta con tratamientos en primera y segunda evaluación.

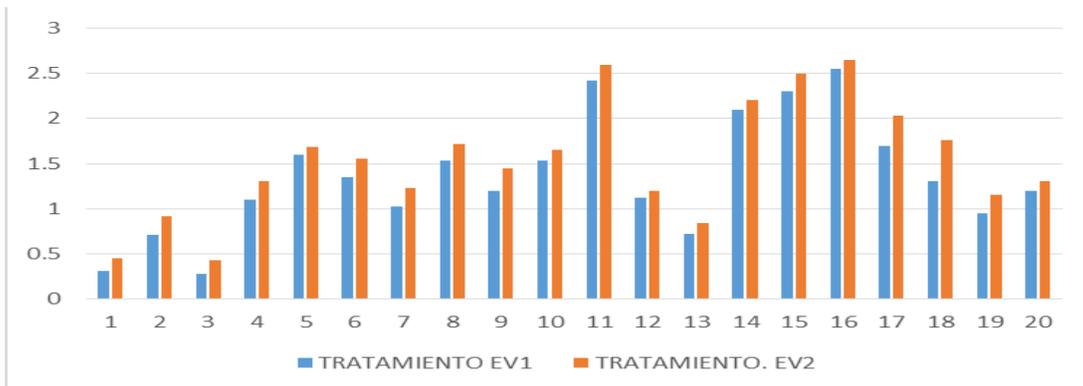
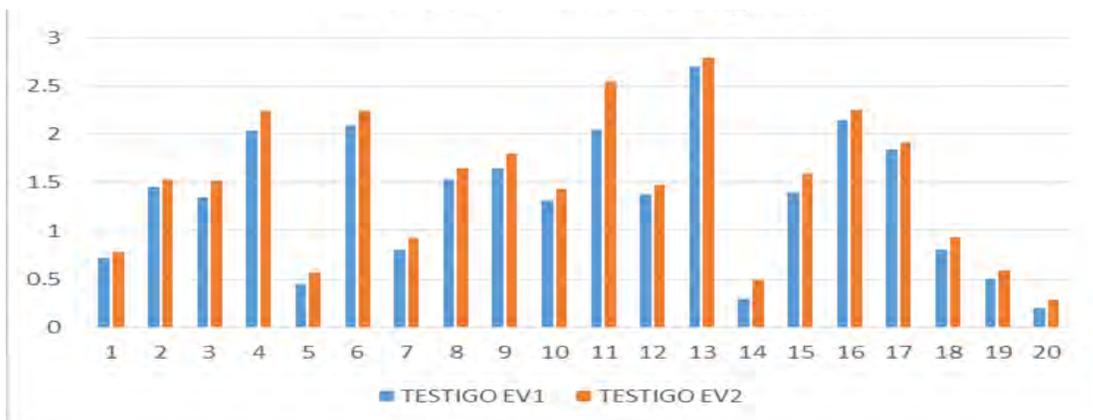


Figura 4. Altura de la Planta de testigos en primera y segunda evaluación



Diámetro de plantas con tratamiento

En la primera y segunda evaluación en el tratamiento donde se aplicó la fórmula de fertilización tuvo mayor crecimiento de diámetro mientras que en los testigos fue menor, como era de esperarse.

En las Figuras 5 y 6 se observan el diámetro de las plantas con tratamiento y testigo en la primera y segunda evaluación, respectivamente.

Figura 5. Diámetro de las plantas con tratamiento en primera y segunda evaluación

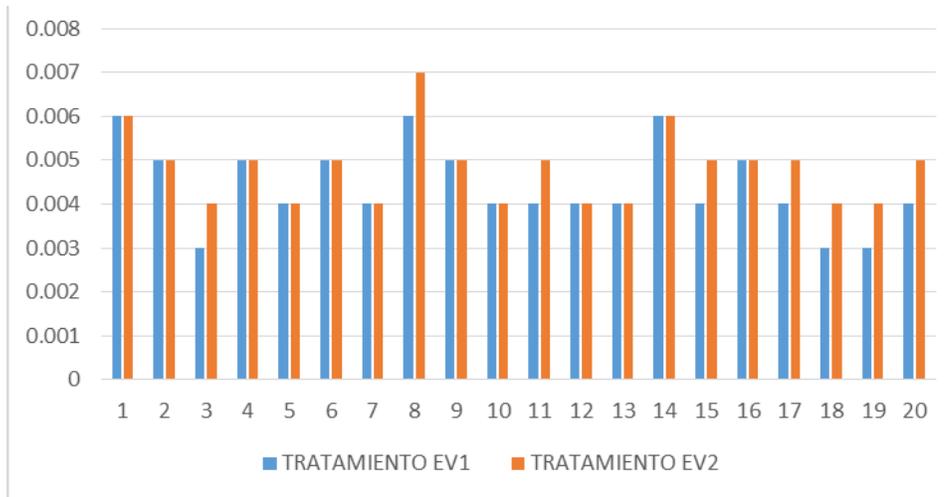
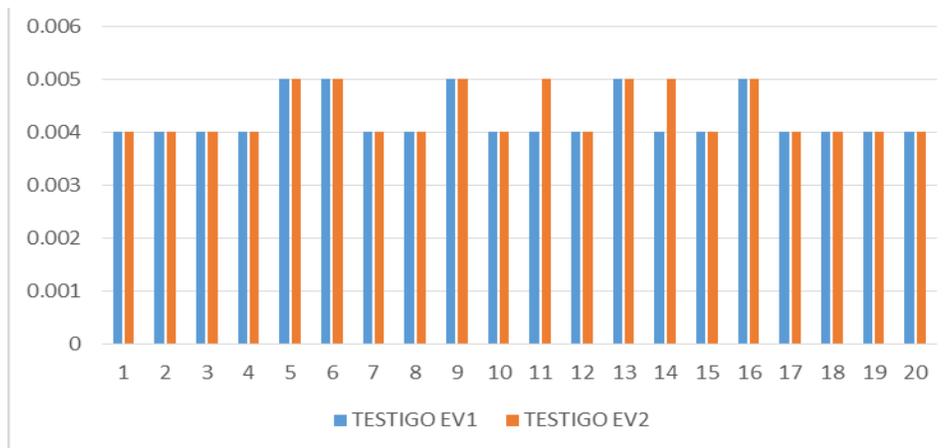


Figura 6. Diámetro de la planta testigo en primera y segunda evaluación



Análisis foliar inicial y final de plantas con tratamiento.

En el cuadro 1 se observa que hubo mayor asimilación de nutrientes en el análisis foliar final en comparación al inicial con tratamiento.

Cuadro 1. Resultados análisis foliar inicial y final en plantas con tratamiento.

TRATAMIENTO	NO3 ppm	K2O ppm	Ca ppm	Na ppm
Análisis foliar (Inicial)	300	1600	5	76
Análisis foliar (final)	2500	2400	28	85

Análisis foliar inicial y final de plantas testigo

Hubo mayor asimilación de nutrientes en el análisis foliar final en comparación al inicial. Sin embargo, se tuvo mayor asimilación de nutrientes en los tratamientos que en los testigos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados análisis foliar inicial y final en plantas testigo.

TESTIGO	NO3 ppm	K2O ppm	Ca ppm	Na ppm
Análisis foliar (Inicial)	300	1600	5	76
Análisis foliar (final)	2400	3000	27	73

Comparación de asimilación final de nutrientes en plantas con tratamiento y testigos.

El grado de asimilación fue mayor en plantas tratadas a excepción del potasio porque este nutriente se aplicó unas semanas después, porque no se tenía disponible al momento de la aplicación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Asimilación de nutrientes entre plantas con tratamiento y testigo

	Tratamientos Análisis Foliar (final)	Testigos Análisis Foliar (final)
NO3 ppm	2500	2400
K2O ppm	2400	3000
Ca ppm	28	27
Na ppm	85	73

Características morfológicas

Las diferencias morfológicas que se observaron entre las plantas con tratamiento y plantas testigo fueron mayor altura, mejor grosor de tallo, mayor número de hojas, siendo las plantas con tratamiento con mejor desarrollo (Figura 7).

Figura 7. Diferencias fenotípicas entre plantas testigo y tratamiento



CONCLUSIONES

Las plantas con tratamiento tuvieron mayor asimilación de nutrientes en comparación a las plantas testigo.

La fertilización favoreció la disponibilidad de nutrientes para las plantas asimilando los nutrientes que requieren en la primera fase de desarrollo, en comparación con las plantas testigo que estuvieron limitadas a la disponibilidad de nutrientes directamente del suelo.

El utilizar fórmulas de fertilización de acuerdo a la etapa del cultivo de chayote es muy importante ya que proporciona los nutrientes necesarios para un buen desarrollo de la planta.

Es importante darle continuidad a esta investigación hasta la producción para evaluar el rendimiento/ha y calidad del fruto de chayote.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bancomext, SNC. 1999. Estudio de factibilidad económica para la exportación de chayote sin espinas (*Sechium edule*) Centro Bancomext, Veracruz, México. 179.
- Cadena Iñiguez J., Arévalo Galarza, L. 2008. GISeM: Rescatando los Recursos Fitogenéticos Mesoamericanos. Revista GISeM. Primera Edición. 5-6.
- Cadena Iñiguez. J. 2005. Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw). Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 156.
- Cadena Iñiguez. J., L.M. Ruiz-Posadas, L. C. Trejo, G. P. Sánchez, M. J. F. Aguirre. 2001. Intercambio de gases y relaciones hídricas del chayote (*Sechium edule*(Jacq.) Sw.) Revista Chapingo Serie Horticultura 7(1): 21-35.
- Fertilizantes, m. m. (2002). Fertilizantes y su uso. En IFA, fertilizantes y su uso. 27.
- Gourcy, F. R. (2010). *Requerimiento Nutricional Chayote*. Aguascalientes.
- Hidroponía. 2017. *El blog de hidro Evironment*. Recuperado en 10 de julio de 2020, de <http://hidroponia.mx/como-beneficia-a-la-economia-el-cultivo-de-chayote-en-mexico/>
- Lira-Saade, R. 1996. Chayote *Sechium edule* (Jacq. Sw.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 58.
- Mag.go.cr. 2020. Chayote. *Schium edule* (Jacq) Swartz cucurbitaceae. Recuperado en 01 de julio de 2020, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658chayote.pdf>
- Ramírez, B. J. 2016. *Al calor político*. Recuperado en 01 de julio de 2020, de <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/coscomatepec-principal-exportador-de-chayote-pero-el-ganon-sigue-siendo-el-coyote--208693.html#.XBSZQVVKjcs>
- Spark, Whater. 2016. Recuperado en 25 de junio de 2020, de <https://es.weatherspark.com/y/7637/Clima-promedio-en-Heroica-Coscomatepec-de-Bravo-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UN YOGURT VEGANO, ESTILO GRIEGO ELABORADO DE MANERA ARTESANAL, COMPLEMENTADO CON MERMELADA DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*).

ERIKA AGUILAR ACOSTA¹

RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación se evalúan las características fisicoquímicas y microbiológicas de un yogurt vegano estilo griego elaborado de manera artesanal a base de avena, complementado con mermelada de Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Por lo cual, es importante la evaluación del yogurt en sus características fisicoquímicas y microbiológicas, a través de las cuales, nos permitirán identificar las diferencias y ventajas con los productos similares existentes en el mercado. Dando la confianza, valor y calidad de dicho producto al consumidor. Por lo anterior los resultados obtenidos son los siguientes, en las pruebas fisicoquímicas se obtuvo un 12.6% de °Brix por cada 100g de yogurt, un pH de 4.04%, grasa 2.79%, proteína 4.3% y acidez de 0.5%, dichos resultados fueron comparados con la normativa vigente la NOM-181-SCFI-2010. Por otro lado, las pruebas microbiológicas sobre patógenos se encontró ausencia y para las bacterias lácticas vivas se pudieron cuantificaron 2,000.040 UFC/g, las cuales están dentro del rango mínimo permitido por la norma. Para continuar, se realizó una comparativa con yogures existentes en el mercado teniendo como resultado 2.79 % de grasa, por encima del yogurt Yoplait Griego ® y Yoplait Griego con fresa®, pero con menor contenido de grasa que los Danone OIKOS ®, Danone OIKOS con fresa ®, Extra Special ®, Onei ®. De manera que, con respecto a proteína es de 4.3 %, esto significa que contiene un 0.4% más que el Danone OIKOS con fresa, pero menor que los restantes. Para finalizar se llegó a la conclusión de que el yogurt evaluado no marca diferencia significativa en la comparación realizada con productos ya existentes en mercado, los cuales están elaborados con leche y los resultados del yogurt estilo griego complementado con

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Xalapa erika.aguilar@itsx.edu.mx

mermelada de Tomatillo de árbol, se encuentra colocado por encima de dos productos ofrecidos por la competencia y por debajo de los restantes, esto indica que se encuentra en un rango medio con respecto a los valores de grasas y proteínas en la comparación de productos.

Palabras Clave: veganos, obesidad, yogurt, probióticos.

ABSTRACT

In the following research work, the physicochemical and microbiological characteristics of a Greek-style vegan yogurt made in an artisanal way based on oats, complemented with tree tomato jam (*Solanum betaceum*) are evaluated. Therefore, it is important to evaluate yogurt in its physicochemical and microbiological characteristics, through which they will allow us to identify the differences and advantages with similar products on the market. Giving the confidence, value and quality of said product to the consumer. Therefore, the results obtained are as follows, in the physicochemical tests, 12.6% of ° Brix was obtained for each 100g of yogurt, a pH of 4.04%, fat 2.79%, protein 4.3% and acidity of 0.5%, these results were Compared with current regulations NOM-181-SCFI-2010. On the other hand, the microbiological tests on pathogens were found to be absent and for live lactic acid bacteria, 2,000,040 CFU / g could be quantified, which are within the minimum range allowed by the standard. To continue, a comparison was made with existing yogurts on the market, resulting in 2.79% fat, above Yoplait Griego ® yogurt and Yoplait Griego with strawberry®, but with lower fat content than Danone OIKOS ®, Danone OIKOS with strawberry ®, Extra Special ®, Onei ®. So, with respect to protein it is 4.3%, this means that it contains 0.4% more than Danone OIKOS with strawberry, but less than the rest. Finally, it was concluded that the evaluated yogurt does not make a significant difference in the comparison made with products already on the market, which are made with milk and the results of the Greek-style yogurt complemented with Tomatillo tree jam, is found placed above two products offered by the competition and below the rest, this indicates that it is in the middle range with respect to the values of fat and protein in the product comparison.

Key Words: vegans, obesity, yogurt, probiotics.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se presentan algunos de los diferentes problemas de salud en la población mexicana, entre los cuales se encuentran la intolerancia a la lactosa, que hace referencia a la deficiencia primaria de lactasa, ocasionando síntomas intestinales, afectando al 30% de los adultos de la población mexicana (Rosado, 2016), para disminuir este problema se recomienda la reducción o eliminación de los productos que contienen leche y sus derivados. Por otro lado, el intestino irritable, es un padecimiento que afecta entre el 10 y el 20% de la población mexicana según lo reportado por la Secretaria de Salud en su (Guía de práctica clínica, 2015), sobrepeso y la obesidad. En la actualidad, algunos padecimientos como el sobrepeso y la obesidad, son factores de riesgo para el desarrollo de una enfermedad más grave por COVID-19. México cuenta con la mayor tasa de sobrepeso y obesidad entre su población, al compararle con otros países de América Latina. En los adultos hombres alcanza a 45 % y en el caso de las mujeres a 43 %, informó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), (Villanueva, 2020). La obesidad en México es un problema de comorbilidad, la cual afecta a todos los grupos de edad, incluidos niños, adolescentes y adultos; sin embargo, en los últimos seis años, estas prevalencias tuvieron un mayor incremento en las mujeres en edad reproductiva y en los adolescentes y adultos residentes de zonas rurales (Denova-Gutiérrez, et. al. 2020). Lo anterior y de acuerdo con el estudio publicado en la revista Obesity, el 17.4% de los mexicanos con COVID-19 tenía obesidad, el 14.5% diabetes, el 18.9% hipertensión y el 2.8% tenía enfermedad cardiovascular, más que en las personas con pruebas negativas para la infección (Denova-Gutiérrez, et. al. 2020). Además, una mayor proporción de pacientes con obesidad requirió apoyo en la UCI y ventilación mecánica asistida. Los resultados del estudio muestran que las personas con obesidad, diabetes y/o hipertensión tuvieron casi 2 veces más posibilidades de desarrollar COVID-19 severo al ingreso hospitalario, comparados con aquellos libres de estas comorbilidades (INSP, 2020). Por lo cual, se debe controlar este padecimiento para tener una mejor calidad de vida, además de un cuerpo saludable. Así mismo, el problema de la intolerancia a la lactosa e intestino irritable ocasionan

los síntomas como: dolor abdominal, distensión abdominal, gases y diarrea. Las personas que tienen alguno de estos padecimientos buscan alternativas para su dieta, la cual pueda cumplir con una alimentación balanceada, disminuyendo o eliminando dichos problemas. En el mercado existen diferentes productos que contribuyen a mejorar dichos padecimientos, como lo son leches, quesos, bebidas preparadas, yogurt y los sustitutos de estos, que son utilizados por las personas vegetarianas y/o veganas.

La palabra veganos hace referencia a las personas cuya dieta diaria no incluye productos lácteos ni huevos, por otro lado, la palabra vegetariano, hace referencia a las personas que no consumen alimentos de origen animal y por veces suelen consumir sus derivados como son; la leche y el huevo. El vegetarianismo es el tipo de alimentación donde se evita el consumo de la carne (roja y blanca), el pescado y mariscos, así como los productos derivados de los animales sacrificados, como gelatina o las grasas animales (Graimes, 2009; Hernández, 2017). El origen de la palabra “vegano” fue inventada en el año 1944 a raíz de la palabra vegetarian, por el fundador de la society-vegetarianismo, Donald Watson, en el cual esta sociedad describe al vegetarianismo como el hecho de vivir sin explotar a los animales, dando a conocer que la cocina vegana es tanto una dieta como un estilo de vida (Cayllante, 2014; Hernández, 2017). Esta forma de vida, ha sido establecida con algunas diferencias en relación al consumo de alimentos, de tal manera que se ha dado lugar a la aparición de variantes como son las más frecuentemente practicadas en la dieta: vegetariano estricto o vegano, vegetariano parcial, crudívora, frugívora o dieta api-lacto, ovolactovegetariano, Antroposófica filosófica (Cayllante, 2014).

Si bien las dietas vegetarianas han demostrado grandes beneficios en relación al cuidado de la salud humana, reduciendo el riesgo de enfermedades tales como la obesidad, hipertensión arterial, arterieesclerosis, etc., también han generado la necesidad de nuevos alimentos, o la innovación de los ya existentes para satisfacer la necesidad de este nuevo mercado.

Por consiguiente, tenemos que el yogurt se define como el producto obtenido de la fermentación de leche, estandarizada o no, por medio de la acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*

subespecie *bulgaricus*, y teniendo como resultado la reducción del pH (NOM-181-SCFI-2010). El CODEX (2011), clasifica las leches fermentadas en yogurt, yogurt en base a cultivos alternativos, leches acidófila, kéfir y kumys. Esto debido al proceso de elaboración. Por otro lado, el yogurt se ha comercializado en diferentes forma y presentaciones esto debido a las diferentes tecnologías, procesos y materia prima utilizada para su elaboración, por lo cual se encuentra disponible en mercado el yogurt natural, yogurt saborizado, yogurt congelado, yogurt deshidratado, yogurt líquido, yogurt batido, yogurt firme o aflanado, yogurt griego, yogurt griego saborizado, entre otros (Yildiz, 2009; Lau 2018). Por lo que el yogurt griego es un producto fermentado semisólido el cual se obtiene de la eliminación parcial del suero del yogurt luego de la fermentación (Lau, 2018). Con esta técnica se creó un producto más espeso y cremoso, así como con mayor contenido de proteínas y una menor proporción de lactosa (Cole, 2012). En la actualidad no existe una normativa específica para este producto por lo cual se utiliza la normativa de yogurt o el CODEX Alimentarius, en el que establece que la leche fermentada concentrada es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette (CODEX, 2011). Por lo que, el proceso de fermentación es importante para la elaboración del yogurt griego, para lo cual se utilizan diferentes microorganismos como son las bacterias ácido lácticas (BAL), así como la asociación de mohos o levaduras. Las bacterias típicas de esta clasificación pertenecen al género *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus* (Carr, 2002; Mayo *et. al* 2010). Por lo que la aplicación de bacterias (BAL) en la fermentación pueden tener como resultado alimentos funcionales los cuales tienen la característica de impactar directamente en la salud de las personas.

Por otro lado, los probióticos son microorganismos inocuos que se incorporan a los alimentos y que, una vez ingeridos, sobreviven en el tubo digestivo del consumidor donde regulan la microbiota intestinal y ejercen efectos beneficiosos para su salud (Cáceres, 2010). Esto estimula las funciones protectoras del sistema digestivo. Son también conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprofilácticos y se

utilizan para prevenir las infecciones entéricas y gastrointestinales. En productos lácticos como los yogures, se pueden encontrar los probióticos aunque las dosis pueden ser bajas esto comparado por productos farmacéuticos (Ramírez, 2006). Las bacterias que se consideran como probióticos son: del genero *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Cáceres, 2010).

Avena (*Avena sativa* L.)

La avena *Avena sativa* L. es un cereal, sus semillas son rica en nutrientes y se consume como grano entero con beneficios para los humanos, gracias a los antioxidantes como las avenantramidas (Avns) (Ortiz, et. al., 2013). La avena es considerada uno de los mejores cereales que el ser humano puede consumir, ya que es una fuente de carbohidratos, minerales, vitaminas, proteínas y fibra dietética. El cereal brinda 6 de los 8 aminoácidos esenciales que el cuerpo humano necesita para la regeneración de tejidos y la creación de hormonas (Garzón, 2018). Según lo reportado por Aparicio y Ortega, (2016), la avena es un cereal rico en proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y fibra soluble, entre las que se incluye el beta-glucano. Debido a las características fisicoquímicas del betaglucano, se ha propuesto que la avena pudiera contribuir a disminuir las cifras de colesterol sanguíneo, así como a controlar la glucosa plasmática postprandial y la respuesta insulínica. Numerosos estudios señalan que el consumo de un mínimo de 3 g/día de betaglucano de forma regular, como parte de una dieta con un bajo contenido en grasa saturada y colesterol, puede contribuir a disminuir el riesgo de enfermedad coronaria, tal y como han aprobado diversas agencias reguladoras, como la Food and Drug Administration de Estados Unidos o la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (Aparicio y Ortega, 2016). Además, proporciona vitaminas y minerales como las vitaminas del complejo B, vitamina E, calcio, hierro, fósforo, magnesio, cobre, selenio y zinc, según la recomendación de la ASOCIACIÓN ARGENTINA de DIETISTAS Y NUTRICIONISTAS DIETISTAS, (2018).

Tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Por otra parte, el Tomatillo de árbol tiene la composición energética y nutrimental del fruto de *Solanum betaceum* Cav. Con el factor reportado por Corpei (1998) y Romero (1961), Proteína 2.0 g 1.4 g Ceniza 0.60 g 0.7 g Energía 27 Calorías

Vitamina E 2010 U.I. Humedad 86.03 - 87.07 % pH 3.17 - 3.80 Acidez 1.93 - 1.60 °Brix 11.6 - 10.5 Caroteno 0.67 mg Tiamina 0.10 mg 0.05 mg Riboflavina 0.03 mg 0.03 mg Ácido Ascórbico 29.0 mg 25.0 mg Niacina 1.07 mg 1.1 mg Calcio 9.00 mg 6.0 mg Fósforo 41.0 mg 22.0 mg Hierro 0.90 mg 0.4 mg Vitamina A 1000 U.I. Calorías 30 Agua 89.1 g Grasa 0 g Carbohidratos 7.0 g Fibra 1.1 g, lo anterior fue calculado para una composición en 100 g de pulpa base húmeda. El tomate de árbol representa una alternativa de explotación como producto no tradicional de exportación, además de tener cualidades que le permiten incursionar en la industria de los suplementos nutraceuticos, tales como bebidas, jaleas y mermeladas, sobre todo, como un fuerte componente en la tendencia de los jugos y bebidas mixtas quita sed (Feicán, Encalada y Becerril, 2016).

METODOLOGÍA

El proyecto es de tipo experimental, ya que el objetivo es evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de un yogurt vegano, estilo griego elaborado de manera artesanal, complementado con mermelada de Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Como variables independientes se tuvieron las formulaciones para la elaboración del yogurt, como variables dependientes tenemos: tiempo de fermentación, humedad, acidez, pH, °Brix, conductividad eléctrica, proteína, lípidos. La materia prima utilizada para la elaboración de la bebida fue obtenida de los siguientes lugares: la leche de avena fue elaborada con avena que se compró en tiendas semilleros, el probiótico se consiguió en las farmacias locales de Xalapa, Ver. y el tomatillo de árbol utilizado en la mermelada fue recolectado en las zonas de Banderilla Ver. y Coatepec, Ver.

El desarrollo del proyecto se dividió en 3 etapas: La primera comenzó con la formulación y elaboración del yogurt, a base de leche de avena, probióticos y mermelada de tomatillo de árbol, en la segunda etapa se realizó la evaluación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas; en la tercera etapa se realizó el envasado y etiquetado considerando la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

A continuación, se describen las actividades realizadas en las diferentes etapas del proyecto.

Etapa 1. Formulación y elaboración del yogurt estilo griego, a base de leche de avena, probióticos y mermelada de tomatillo de árbol. Se realizaron cuatro formulaciones que contienen diferentes proporciones de leche de avena, mermelada de tomatillo de árbol y los probióticos se utilizaron dos diferentes para evaluar cual, de ellos tenía mejor consistencia en el fermentado, dando mejor textura al yogurt ya elaborado, dichas formulaciones fueron evaluadas organolépticamente en los atributos de olor, color, sabor, textura y consistencia, mediante un análisis sensorial de tipo afectivo que al final permitió seleccionar el resultado con mayor calificación de los panelistas, los cuales fueron jueces no entrenados.

Etapa 2. Se evaluó el yogurt por medio de análisis fisicoquímico. Donde se realizaron las siguientes determinaciones: pH, °Brix, humedad, proteína, lípidos y contenido energético. De las cuales, algunas se desarrollaron en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX) y otras en el Laboratorio de aguas y suelos del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván (ITUG). Las pruebas fueron realizadas por triplicado, el pH se determinó por el método de potenciométrico AOAC. Para la determinación de °Brix se utilizó el método adaptado de la AOAC de refractometría. La determinación de humedad se realizó con las técnicas adaptada 954.01 de la AOAC. Las pruebas realizadas en el ITUG se llevaron a cabo utilizando las técnicas adaptadas de la AOAC y normativa vigente; proteína 954.01 Microkjeldahl, lípidos método Soxhlet.

Por otro lado, las pruebas microbiológicas se realizaron en el ITSX las cuales fueron: Mohos y levaduras por el método marcado en la norma NOM-111-SSA1-1994, Coliformes totales por el método NOM-113-SSA1-1994, coliformes fecales bajo la técnica de la norma NOM-210-SSA1-2014, Echerichia Coli por la NOM-210-SSA1-2014, Salmonella ssp bajo la NOM-210-SSA1-2014 y Bacterias lácticas vivas por la técnica marcada en la norma mexicana NMX-F-444-198.

Etapa 3. Envasado y etiquetado del yogurt conforme a la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Se envaso, en un contenedor de plástico tapado herméticamente, con una etiqueta en papel adherible la cual contiene los resultados obtenidos en la evaluación fisicoquímica.

Análisis Estadístico

Los datos de las pruebas fisicoquímicas se analizaron por medio de pruebas paramétricas T de Student, utilizando las mínimas diferencias significativas (LSD), con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). El análisis de varianza se realizó con la paquetería Office, en el programa Excel 2010.

RESULTADOS

Con respecto a la evaluación organoléptica realizada a las diferentes formulaciones se obtuvo que la formulación 3 fue la que obtuvo mayor valor con los siguientes resultados: color 68%, textura 32%, sabor 42%, olor 60% y consistencia 34% con respecto a las otras 3 formulaciones, por lo cual, fue utilizada para la realización de las siguientes pruebas.

Pruebas fisicoquímicas

En la tabla 1 se muestran los resultados del pH y °Brix donde los valores presentados son valores medios de las pruebas realizadas por triplicado.

Tabla 1 Resultados de las pruebas fisicoquímicas del yogurt estilo griego a base de avena y complementado con mermelada de tomatillo de árbol, realizadas en ITSX.

Determinación	Valor promedio
pH	4.04/0.02
°Brix	12.6 %/0.8

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 1 pruebas fisicoquímicas, se puede resaltar que los 12.6% de °Brix son por cada 100g de yogurt estilo griego a base de avena y complementado con mermelada de tomatillo de árbol.

En la tabla 2 podemos encontrar los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio del ITUG. Estos valores fueron utilizados para la comparación de los atributos del yogurt estilo griego complementado con mermelada de Tomatillo de árbol con los ya existentes en el mercado, para la diferenciación de sus cualidades.

Tabla 2 Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas al yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol, realizadas en ITUG y comparados con los valores proporcionados por la NOM-181-SCFI-2010.

Determinación	Valor promedio en %	Valores en % proporcionados por la NOM-181-SCFI-2010
Humedad	79.35/0.02	
Grasa	2.79/ 0.03	Máximo 15
Proteína	4.3/ 0.2	Mínimo 2.9
Acidez	0.5/0.3	Mínimo 0.5

Fuente: Elaboración propia.

Los valores calculados en la tabla 2 pruebas fisicoquímicas, son comparados con los valores que marca la NOM-181-SCFI-2010, encontrando que los resultados obtenidos están dentro de los límites permitidos por la norma, resaltando el contenido de proteína con un 1.4%/100g por encima del mínimo marcado en la normativa la cual es para el yogurt natural a base de leche, por otro lado, la acidez se encontró en el límite mínimo permitido, sin embargo, los resultados obtenidos cumplen con los parámetros marcados por la normativa.

Tabla 3 Comparativa de resultados en % entre el yogurt estilo griego, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol y las marcas: Danone OIKOS, Danone OIKOS con fresa, extra Special, onei, yoplait GRIEGO, yoplait GRIEGO con fresa.

Componentes	Yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol	Danone OIKOS®	Danone OIKOS con fresa®	Extra Special®	Onei®	Yoplait Griego®	Yoplait Griego con fresa®
Grasa	2.79	3.5	2.9	5.3	4.3	1.5	1.3
Proteína	4.3	4.8	3.9	8.1	6.7	6.9	5.8

Fuente: Elaboración propia, con información extraída de Revista del Consumidor y que hizo el yogurt, mayo 2017. Los cálculos de los resultados presentados en la tabla 3 son calculadas para las siguientes porciones:

Yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol 100g, Danone OIKOS® 150g, Danone OIKOS con fresa®150g, Extra Special® 150g, Onei® 150g, Yoplait Griego® 145g, Yoplait Griego con fresa®145g.

Los resultados de la tabla 3, podemos señalar que el yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol, presenta más grasa que el yogurt Yoplait Griego® y Yoplait Griego con fresa®, pero menos contenido de grasa que los Danone OIKOS®, Danone OIKOS con fresa®, Extra Special®, Onei®, así como mayor cantidad de proteína que el Danone OIKOS con fresa, sin embargo menor que todos los demás, cabe resaltar que los yogures con los que se está comparando son elaborados a base de leche.

Pruebas microbiológicas

En la tabla 4 se muestran los resultados de las pruebas microbiológicas.

Tabla 4 Pruebas microbiológicas del yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol.

Determinación	Valor obtenido
Mohos y levadoras	Ausente
Coliformes totales	Ausente
Coliformes fecales	Ausente
Escherichia coli	Ausente
Salmonela	Ausente
Bacterias lácticas vivas	2,000.050 UFC/g valor aproximado

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos resaltar que el yogurt estilo griego, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol elaborado de manera artesanal presenta ausencia de microorganismos patógenos, mientras tanto el contenido de bacterias lácticas vivas se encuentra dentro de los rangos marcados por la norma NMX-F-444-1983 la cual marca un mínimo de 2,000.000 UFC/g.

DISCUSIÓN

El yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol sus resultados fueron comparados con la normativa vigente en México la NOM-181-SCFI-2010, donde marca que el yogurt griego debe presentar hasta un 15% como máximo de grasas, proteína mínima de 2.9%, Acidez mínimo de 0.5%, el resultado del yogurt fue de grasa 2.79%, proteína 4.3% y acidez de 0.5%. Por otro lado los resultados obtenidos con respecto a las prueba microbiológicas sobre patógenos, arrojaron un resultado de ausencia comprados con los límites permitidos por la normativa NMX-F-444-1983 marca que para

organismos Coliformes es en máximo de 10 UFC/g, hongos un máximo de 10UFC/g, levaduras máximo de 10UFC/g, por otro lado los resultados de bacterias lácticas vivas fue de 2,000.050UFC/g aproximadamente por lo cual, entran dentro del rango marcado por dicha norma mencionada anteriormente el cual marca un mínimo de 2,000.000 UFC/g. Por otra parte, comparado con yogures existentes en el mercado los cuales están elaborados a base de leche, el resultado con respecto de grasas es de 2.79 % se encuentra por encima del yogurt Yoplait Griego ® y Yoplait Griego con fresa® con apenas un 1.26 y 1.46% respectivamente, pero con menor contenido de grasa que los Danone OIKOS ®, Danone OIKOS con fresa ®, Extra Special ®, Onei ® con un rango que va desde 0.11 hasta un 2.4%. De manera que con la respecto a proteína se reporta una cantidad con 4.3 %, esto significa que contiene un 0.4% más que el Danone OIKOS con fresa, pero menor que los restantes con un valor que oscila entre el 0.5 y el 3.8 %, lo anterior, basado en lo publicado por la Revista del Consumidor titulada y se hizo el yogurt en su edición mayo 2017.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que los valores obtenidos en las pruebas fisicoquímicas del yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomatillo de árbol, cumplen con las características de calidad marcadas por la normativa vigente, señalando que dicha normativa fue diseñada para productos elaborados de leche y el yogurt evaluado en este trabajo es a base de avena la cual es un cereal. Sin embargo, no marca diferencia significativa en la comparación realizada con productos ya existentes en mercado, los cuales están elaborados con leche y los resultados del yogurt estilo griego complementado con mermelada de Tomatillo de árbol, se encuentra colocado por encima de dos productos ofrecidos por la competencia y por debajo de los restantes, esto indica que se encuentra en un rango medio con respecto a los valores de grasas y proteínas en la comparación de los productos considerados en este trabajo.

A demás, se recomienda realizar todas las pruebas faltantes para la realización de la tabla nutrimental ya que dichos parámetros son valores esenciales para la estimación y determinación de la tabla nutrimental del producto según lo marcado por la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y para calcular la ingesta diaria recomendada marcada en la norma anterior. También pueden ser utilizados para la determinación de los valores de nutrición de las personas que lo consuman. Los resultados se pueden utilizar para el cálculo del valor calórico del yogurt estilo griego a base de avena, complementado con mermelada de Tomate de árbol y una comparación más exacta con respecto al valor nutrimental, propiedades antioxidantes y aporte calórico con respecto a los productos existentes ya en mercado.

Dicho yogurt está elaborado a base de avena y con un sabor particular que le brinda la mermelada de Tomate de árbol, el cual pretende ser una alternativa más para las personas que tienen una dieta diaria vegana y/o vegetariana, así como personas que padecen algún problema de salud o simplemente se preocupan por el cuidado, la salud de su cuerpo y son seguidoras de las tendencias alimentarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio V. A. y Ortega, A. R. M., (2016). Efectos del consumo del betaglucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: una revisión. *Revista Española de Nutrición humana y Dietética, España*. Pág. 127-139.
- ASOCIACIÓN ARGENTINA de DIETISTAS Y NUTRICIONISTAS DIETISTAS (AADYND). (2018). Avena: Razones para consumirla. *Gaceta de prensa julio 2018*.
- Cáceres P. y Gotteland R. M., (2010). Alimentos Probióticos en Chile: ¿Qué cepas y qué propiedades saludables?, *Revista Chilena de Nutrición*. Vol. 37, N° 1, marzo 2010, pág. 97-109.
- Carr, F. J., Chuill, D. Y Maida, N., (2008). The Lactic acid banteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*. 28 (4): 281-370.
- Cayllante C. J. P. (2014). Vegetarianismo. *Revista actualización Clínica Investiga*. V. 42 La Paz. ISSN 2304-3768. Recuperado 11 agosto 2020 http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S230437682014000300003&script=sci_arttext
- Cole, D., (2012). The Rise of the Greek yogurt industry in Central New York. Nueva York. Acociación Nacional de Organizaciones Desarrollados (NADO).
- CODEX Alimentarius (2011). Leche y Productos Lácteos, Segunda Edición. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Roma.
- CODEX STAN 243-2003. NORMA DEL CODEX PARA LECHES FERMENTADAS.
- Denova-Gutiérrez. E et. al. (2020). The association between obesity, type 2 diabetes, and hypertension with severe COVID-19 on admission among Mexicans. *Obesity a resarch journal*. Publicado 01 julio 2020. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/oby.22946>
- Feicán, M., C. G., Encalada A. C. R, y Becerril, R. A.E., (2016). Descripción Agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum Betaceum Cav.*) *Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 8, agosto. 2016. pág: 78-86*.
- Garzón, M. N. M., (2018), Elaboración de leches de avena y garbanzo aromatizados con especias y frutos del ecuador. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Escuela de gastronomía.
- GRAIMES N., (2009), De la Huerta a la mesa. *Recetario General*. Ed. Parragon Books Ltd. Barcelona. España. ISBN: 978- 1-4075-5271-2.

- Hernández M. H. E. (2019). Elaboración de postres veganos adicionados con Matcha-Taro y Matcha-Chai. Tesis profesional. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- INSP. (2020). Desventajas de la obesidad, la diabetes y la hipertensión ante la COVID-19. Consultado 11/08/2020 y recuperado de <https://www.insp.mx/avisos/obesidad-diabetes-hipertencion-coronavirus-amenaza-critica>
- Lau, L. N., (2018). Caracterización sensorial del yogurt griego disponible en el mercado costarricense, Tesis para obtener el grado de Licenciatura, Universidad de Costa Rica.
- Mayo, B., Sali, M., Delgado, S., y Alegría, A., (2010). Fermented Milk Products. In Prakash, J., y Kalasapathy, K., eds. Fermented foods and Beverages of the world. CRC Press, Boca Raton. Pag 263-288.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010, ESPECIFICACIONES GENERALES DE ETIQUETADO PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS PREENVASADOS-INFORMACIÓN COMERCIAL Y SANITARIA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 5 DE ABRIL DEL 2010.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, YOGURT-DENOMINACIÓN, ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS, INFORMACIÓN COMERCIAL Y MÉTODOS DE PRUEBA.
- NOM-111-SSA1-1994: MÉTODO PARA LA CUENTA DE MOHOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA.
- NOM-181-SCFI-2010, YOGURT-DENOMINACIÓN, ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS, INFORMACIÓN COMERCIAL Y MÉTODOS DE PRUEBA.
- NOM-210-SSA1-2014, PRODUCTOS Y SERVICIOS. MÉTODOS DE PRUEBA MICROBIOLÓGICOS. DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS INDICADORES. DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS.
- NMX-F-444-1983. ALIMENTOS. YOGHURT O LECHE BÚLGARA. FOODS. YOGHURT OR BULGARIAN MILK. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

- Ortíz R. F., Villanueva F. I., Oomah B. D., Lares, A. I., Proal N. J. B., Návar C. J. J. (2013). Avenanthramides and nutritional components of four Mexican varieties of (*Avena sativa* L.) Varieties. *Agrociencia*, Vol. 47, núm 3, pag 225-232.
- Ramírez V. C., Pérez Z. A. S., y Portando C. C. A., (2006), Alimentos funcionales: Prebióticos, y Pro bióticos, una nueva alternativa para la salud. *Revista Científica Ciencia Médica*, Bolivia.
- Rivera D. J. A et. al. (2018). La obesidad en México Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Instituto Nacional de Salud Pública. Primera Edición. México.
- Rosado J. L., (2016). Intolerancia a la lactosa. *GACETA MÉDICA DE MÉXICO Gac Med Mex*. 2016;152 Suppl 1:67-73.
- Secretaría de Salud (2015), Guía de Práctica Clínica, Diagnóstico y Tratamiento del Intestino Irritable en el adulto. Recuperado de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/042_GPC_ColonIrritable/IMSS_042_08_GRR.pdf
- Villanueva D. (2020). México, el país con mayor obesidad de AL: OCDE. La Jornada. martes, 16 jun 2020 17:46 Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/ultimas/economia/2020/06/16/mexico-el-pais-con-mayor-obesidad-de-al-ocde-4377.html>
- Y se hizo el yogurt, (2017) *Revista del Consumidor*, en su edición de mayo.
- Yildiz F., (2009), Overview of yogurt and other fermented dairy products. Eds, *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. Taylor & Francis Group, Londres. Pag. 1-45.

ESTUDIO DE UN PRODUCTO LÁCTEO PROBIÓTICO A PARTIR DE PLÁTANO MACHO (*Musa paradisiaca* AAB) CON UN MODELO DE GESTIÓN PARA SU COMERCIALIZACIÓN

CARLOS PRATS BERNABÉ,¹ ERNESTINA PAZ GAMBOA.²

RESUMEN

El cultivo de plátano macho (*Musa paradisiaca*) es importante en la Cuenca del Papaloapan, generando oportunidades al Sistema Producto Plátano Macho en Oaxaca, la falta de transformación tecnológica en productos funcionales genera esta investigación, cuyo objetivo fue impulsar un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca*) mediante un modelo de gestión para su comercialización. Se elaboró una bebida con 23% de pulpa y 0.12% de goma guar y 0.5, 1.0 y 1.5% de *Bifidobacterium bifidum*. Se seleccionó la formulación en base al nivel de aceptación, pH y viabilidad probiótica y se evaluó fisicoquímicamente. Se trabajaron las 4Ps de mercadotecnia para especificar condiciones de comercialización. Se propone la bebida con 0.5 % del probiótico 4.5 de pH, 1.13 de acidez titulable, 83.33 % de humedad, 2.81 % de cenizas, 1.19 % de grasa, 2.33 % de proteínas, 6.95 % de azúcares reductores. Incorporar esta fruta en la bebida fue aceptable al consumidor. El modelo de gestión representa una estrategia sencilla y viable de aplicar por productores, considerando la forma de comercializar el producto mediante venta directa en establecimientos. Se recomienda una presentación de 250mL con precio de \$8.00; siendo competitiva con otras bebidas lácteas y accesible de adquirir.

ABSTRACT

The cultivation of male plantain (*Musa paradisiaca*) is important in the Papaloapan Basin, generating opportunities for the Male Plantain Product System in Oaxaca, the lack of technological transformation in functional products generates this research,

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

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. ernestina_paz@hotmail.com

whose objective was to promote a probiotic dairy product from plantain (*Musa paradisiaca*) through a management model for its commercialization. A drink was made with 23% pulp and 0.12% guar gum and 0.5, 1.0 and 1.5% *Bifidobacterium bifidum*. The formulation was selected based on the level of acceptance, pH and probiotic viability and was evaluated physicochemically. The 4Ps of marketing were used to specify marketing conditions. The drink is proposed with 0.5% probiotic pH 4.5, 1.13 titratable acidity, 83.33% humidity, 2.81% ash, 1.19% fat, 2.33% protein, 6.95% reducing sugars. Incorporating this fruit into the drink was acceptable to the consumer. The management model represents a simple and viable strategy to be applied by producers, considering how to market the product through direct sales in establishments. A 250mL presentation is recommended with a price of \$ 8.00; being competitive with other dairy beverages and affordable to purchase.

INTRODUCCIÓN

El plátano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz, seguido de la papa (Shamala y Nisha 2017). En nuestro país la producción de plátano en el 2018 fue de 2 millones 355 mil toneladas. La Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de la producción fue de 1.3 por ciento entre 1980 y 2018. Los principales productores en el país son Chiapas y Tabasco. (CEDRSSA, 2009). El plátano (*Musa paradisiaca*) es uno de los cultivos más importantes en la agricultura mexicana, ocupa el segundo lugar de la producción de frutas tropicales (García-Mata, 2013). El estado de Oaxaca es el cuarto productor de plátano macho (*Musa paradisiaca*) a nivel nacional, siendo el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec el de mayor producción de esta fruta con 20 384 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2018). La agroindustria se ha visto en la necesidad de desarrollar productos a base de este fruto que ayude a disminuir la pérdida del mismo a causa de deficientes técnicas de conservación. Como parte de la necesidad del sistema producto plátano del Estado de Oaxaca de desarrollar nuevos procesos tecnológicos que puedan ayudar a la conservación del plátano y a una reactivación de la industria mediante el procesamiento del producto con características funcionales y físicas que ayuden a prolongar la vida útil de la fruta, el consumo de

alimentos saludables incluye, aquellos que contienen bacterias probióticas. En la actualidad existen productos con incorporación de probióticos en el mercado, como algunas bebidas lácteas y yogurt. Los probióticos son definidos por la FAO (por sus siglas en inglés Organización de Alimentos y Agricultura) y por la OMS (Organización Mundial de la Salud) como “microorganismos vivos (bacterias o levaduras) que cuando son ingeridos en una cantidad suficientes confieren uno o más beneficios a la salud en el hospedero” (Wu et al., 2017). Debido a los beneficios percibidos en la salud de cepas probióticas, su uso se ha expandido rápidamente en productos basados en la salud. Los consumidores hoy en día demandan alimentos naturales y los productos creados con procedimientos amigables al medio ambiente se han vuelto más atractivos. Leches fermentadas probióticas poseen muchas propiedades útiles cuando ellas interactúan con células del hospedero en el tracto gastrointestinal, sin embargo, no todas las cepas bacterianas poseen todos estos beneficios potenciales (Wu et al., 2017). Uno de los principales organismos usados como probióticos son las Bifidobacterias. Se ha reportado que las Bifidobacterias mejoran la flora intestinal al formar barreras, previniendo la colonización de patógenos (Chung et al., 1999). La adición de *B. bifidum* frecuentemente presenta problemas tecnológicos habiendo sido demostrado que a sus elevadas exigencias nutricionales y ambientales estas bacterias tienen la tendencia a disminuir su población bacteriana a través del tiempo de almacenamiento hasta su consumo final (León-Marrou, 2011).

Ante la iniciativa de comercializar una bebida fermentada a base de plátano macho adicionada con Bifidobacterias, se tiene como búsqueda colocar en la mente del consumidor esta bebida fermentada se realizó un análisis de un modelo de gestión que representa una estrategia sencilla y viable de aplicar por parte de productores. Sabemos en la actualidad que las personas al comprar un producto se dejan guiar por la marca, más que por las propiedades o beneficios del producto (Narváez, 2016), por lo que es indispensable conocer la forma de vender el producto.

Para poder lograr la compra del producto por parte del consumidor se realiza un análisis de las 4Ps también conocido como Marketing Mix, ya que es una herramienta factible que ayudara a posicionar el producto, cuidando esta estrategia se deben analizar cuatro puntos esenciales: **producto, plaza, promoción y precio**. El primer punto a analizar es la forma de comercializar el producto mediante venta directa en establecimientos. Hemos encontrado en literatura que, para seleccionar el envase de presentación de una bebida, se debe establecer un mercado meta (niños, adolescentes, adultos o ancianos) y una vez determinada la población de venta, ahora se debe seleccionar el tamaño de presentación de la bebida, para esto, se toma en cuenta la porción recomendada de consumo diario de la bebida a comercializar, tal y como lo establecieron Araujo Guerrero –Arpi Sarmiento, (2007). Una vez establecida la presentación del producto para su distribución, viene el siguiente paso, que consiste en realizar la promoción del producto, mediante la selección de estrategias de Marketing, que nos permitirán difundir nuestro producto y analizar el comportamiento del consumidor, ante la adquisición del este. Finalmente definir el proceso a seguir a través de un modelo de gestión para fortalecer el trabajo de ventas del producto; considerando los 4 puntos antes mencionados de la mercadotecnia.

METODOLOGÍA

Este trabajo se dividió en dos partes, la parte experimental y la cuasi experimental. La primera parte consistió en la elaboración de la bebida a partir de formulaciones y en la selección y caracterización de la formulación más viable. La segunda etapa consistió en el estudio de mercado de la bebida seleccionada tomando como referencia la metodología de las 4Ps de la mercadotecnia.

1. Etapa Experimental.

Elaboración de la Bebida.

Se utilizó plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) proporcionado por la finca “Mundo nuevo” del municipio de Tuxtepec, Oaxaca en la etapa de madurez de 7 según Happi-Emaga (2007). El plátano macho en esta etapa se caracteriza por tener en sus extremos una coloración oscura y en toda su cascara manchas negras. Se

utilizó la cepa probiótica *Bifidobacterium bifidum* NCFB2715 y leche ultrapasteurizada semidescremada comercial de una marca conocida, con un contenido de grasa de 1.6%. Se elaboró una bebida probiótica de acuerdo a Hernández-Solórzano, 2014 utilizando como base de la bebida 23% de pulpa de plátano macho, 0.12% de goma guar y 76.88% de leche ultrapasteurizada semidescremada al 1.6% de grasa, se adicionó como probiótico *Bifidobacterium bifidum* a concentraciones de 0.5, 1.0 y 1.5%.

Selección y Caracterización de la bebida

Selección de la bebida. Se determinó durante un periodo de 30 días a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ la viabilidad de *Bifidobacterium bifidum* y el pH en las tres formulaciones elaboradas.

Viabilidad de *Bifidobacterium bifidum*. Se realizó a partir de una dilución de 90 mL de agua peptonada y 10 mL de la bebida elaborada, se realizaron diluciones seriadas y se analizaron las diluciones 10^{-6} a 10^{-11} mediante cuantificación en placa en medio MRS-NNLC (ácido nalidíxico, sulfato de neomicina y cloruro de litio).

pH. Las mediciones fueron realizadas utilizando un potenciómetro marca “Denver” modelo UB-10 previamente calibrado en soluciones buffer pH 4 y pH 7. El electrodo fue sumergido en 10 mL de muestra homogenizada.

Caracterización de la bebida seleccionada. Se realizó un análisis químico proximal (humedad, cenizas, grasa, proteínas y carbohidratos por diferencia de peso de acuerdo a las técnicas del AOAC, 1999, y a una caracterización fisicoquímica (pH, Sólidos solubles, acidez titulable, de acuerdo al AOAC 1999 y azúcares reductores de acuerdo a Lane y Eynon, 1968. Para la determinación de grasas, proteínas fue necesario liofilizar las muestras.

Análisis Estadístico. Los experimentos fueron repetidos 3 veces y fueron analizados mediante un ADEVA (Análisis de varianza) y una prueba de rango múltiple de Tukey a un nivel de confianza del 95 %, utilizando como paquete estadístico MINITAB 17. Los resultados fueron presentados como la media \pm desviación estándar a una $p < 0.5\%$. Medias con la misma letra no fueron significativamente diferentes mediante una prueba de rango múltiple de Tukey.

2. Etapa no experimental

Análisis de las 4 Ps (Producto, plaza, promoción y precio).

El análisis de las 4Ps también conocido como Marketing Mix se consideró como una herramienta para poder analizar y desarrollar de manera estratégica el **producto** desde cuatro puntos de vista: **producto, plaza, promoción y precio**. Se realizó una investigación de mercado, la cual siguió un procedimiento típico en el estudio de un producto que se pretende introducir al mercado de la región, del cual no se conocen antecedentes y se pretende determinar cuáles serán las condiciones para su aceptación en dicho mercado.

Para efectos de la investigación la población que se investigó es acorde con el alcance del estudio, y se definió como población a hombres y mujeres que viven o trabajan en la ciudad de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. Se tomó una muestra de 183 encuestas para obtener datos relevantes respecto a aceptación del producto, precio, plaza y promoción del producto. La caracterización del producto se definió en base a los resultados de la parte experimental y la evaluación de aceptación del producto dirigida a consumidores proporcionando muestras de 10 mL. Además, se consideraron las necesidades de compra particulares de los encuestados; dando como resultado una presentación de venta específica. La plaza y promoción fueron igualmente detectadas en base a las preferencias y resultados de los encuestados; considerando las estrategias más económicas y viables para el sistema producto nacional Plátano Macho. Con respecto al precio, este fue determinado aplicando el método del costeo objetivo para considerar los gastos y costos corrientes mínimos necesarios para la producción de la bebida, junto con el método del precio objetivo para equilibrar la competitividad del mercado de acuerdo a la oferta de productos similares.

Se consideraron para el diseño del modelo de gestión de comercialización las tres fases que se presentan a continuación.

Fase 1: Identificar los procesos empresariales relacionados a las ventas.

Fase 2: Definir el proceso de trabajo de ventas.

Fase 3: Establecer una forma para medir indicadores del proceso de trabajo de ventas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Selección de la bebida

Viabilidad de *B. bifidum* durante el almacenamiento

Los valores promedios de la cuenta viable de las *B. bifidum* se muestran en la tabla No. 1, Las muestras iniciaron con 14 Log UFC/mL a excepción de la bebida que contenía 0.5% del probiótico las cuales presentaron entre 13.5 y 13.7 Log UFC/mL. se observa una disminución de un ciclo logarítmico en los tratamientos sin adición de pulpa después 14 días de almacenamiento, sin embargo las bebidas con pulpa de plátano macho se mantienen en 14 log UFC/mL durante los 30 días de almacenamiento, posiblemente por la pulpa de plátano macho la cual contiene nutrientes de carácter prebiótico como la fructosa, glucosa que son fuentes de carbono de bajo peso molecular que pudieran estar disponibles para la fermentación además de los fructooligosacáridos (FOS) reportados por Jen-Horng *et al.*, (2004). Estas bebidas pueden considerarse probióticas, ya que presentan valores superiores a 10^6 UFC/mL. Este comportamiento también se reportó en el trabajo realizado por León-Marrou en el 2011, quien estudió el efecto bifidogénico de la jalea de *L. meyeri* “maca” en un yogurt probiótico. La misma tendencia fue observada por Vinderola *et al.* (2000).

TABLA No. 1. Viabilidad de las bebidas probióticas con y sin pulpa de plátano macho escaldada con 0.5, 1.0 y 1.5% de *B. bifidum* durante 30 días de almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento (días)	0	7	14	30
	Log UFC/mL			
Con pulpa 0.5%	13.544 ± 0.097cC	14.104 ± 0.173abB	14.467±0.356aA	14.378±0.257aAB
Sin pulpa 0.5 %	13.793 ± 0.269bcA	13.946±0.158bA	13.728±0.148cA	13.403±0.408cB
Con pulpa 1 %	14.103 ± 0.491abA	14.279 ± 0.312aA	14.140±0.203bA	14.023±0.129bA
Sin pulpa 1 %	14.086 ± 0.093abA	14.210 ± 0.003aA	13.277±0.073dB	12.865±0.184dC
Con pulpa 1.5%	14.085 ± 0.179abB	14.229 ± 0.109aA	14.167±0.072bAB	14.057±0.060abB
Sin pulpa 1.5 %	14.220 ± 0.013aA	14.234±0.056aA	13.836±0.046cB	13.066±0.055dC

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar.

Letras minúsculas diferentes en la misma columna y letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05\%$) de acuerdo a Tuckey

pH de las bebidas durante el almacenamiento

En la Tabla No. 2 se muestran los valores del pH de las bebidas de plátano macho durante el almacenamiento de 30 días a 4°C, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos en función al tiempo, observándose una disminución del pH en todos los tratamientos, el tratamiento que contenía mayor concentración de *Bifidobacterium bifidum* (1.5%) alcanzó un pH de 4.09 a los 30 días siendo el menor valor obtenido entre los tratamientos, este resultado es similar al reportado por Lamoureux *et al.* en el 2002, mientras que las bebidas que contenían 1.0 y 0.5% de concentración de *Bifidobacterium bifidum* obtuvieron un pH final de 4.17 y 4.29 respectivamente, debido a la producción de ácido láctico, producto del metabolismo de la bacteria. La fermentación de 2 mol de glucosa por bifidobacterias produce 3 mol de acetato y 2 mol de lactato via la ruta de la fructosa-6 fosfato provocando la caída del pH (Rozada-Sánchez, 2008). La post-acidificación durante el almacenamiento es un fenómeno normalmente encontrado en los productos lácteos fermentados (Castro *et al.*, 2013). Una bebida fermentada para ser sensorialmente aceptable, su pH debe ser entre 4 y 4.5, a este pH la presencia de ácido láctico en alimentos fermentados es ventajoso debido a sus propiedades antimicrobianas, previniendo la contaminación por otros microorganismos, sin embargo la acumulación de grandes cantidades de estos ácidos puede conducir a la inhibición del crecimiento, además grandes cantidades de ácido acético no son deseables debido a sus propiedades organolépticas negativas (Rozada-Sánchez, 2008).

Tabla No. 2 Cambios en el pH durante el almacenamiento de la bebida a base de plátano Macho (*Musa* *paisiaca* AAB.) y diferentes concentraciones de *Bifidobacterium bifidum*.

Adición de <i>Bifidobacterium</i> <i>bifidum</i>	Días			
	0	7	14	30
0.5 %	4.55 ± 0.014aA	4.52 ± 0.001aB	4.95 ± 0.007 bA	4.29 ± 0.014cA
1.0 %	4.52 ± 0.007 aA	4.46 ± 0.014 bB	4.40 ± 0.014cB	4.17 ± 0.007dB
1.5 %	4.55 ± 0.007 aA	4.35 ± 0.014bC	4.29 ± 0.014 cC	4.09 ± 0.014dC

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. Letras minúsculas diferentes en la misma columna y letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05\%$) de acuerdo a Tuckey

De acuerdo al pH y viabilidad se seleccionó a la bebida que contenía **0.5% del probiótico**, esto debido a que presento menor disminución del pH durante el almacenamiento, alcanzando niveles de viabilidad para ser considerada probiótica y utilizando menos reactivos para la obtención del paquete celular.

Caracterización de la bebida

Análisis químico proximal (AQP)

En la tabla No. 3 se pueden observar los valores promedio del AQP de la bebida probiótica de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) seleccionada. No se encontró diferencia estadística significativa en los valores promedios en el contenido de cenizas, grasas, proteínas y carbohidratos durante los días 1 y 30 de almacenamiento. Sin embargo, si se encontró diferencia en el contenido de humedad esto puede deberse al metabolismo de las cepas probióticas, obteniéndose durante 1 y 30 días de almacenamiento un contenido de humedad de 83.33 y 84.22 % respectivamente, este valor es similar al reportado por De Castro *et al.* en el 2008, típico de bebidas fermentadas. El contenido de cenizas fue de 2.81 y 2.60 %, valores superiores a los reportados por De Castro *et al.* 2009 quienes elaboraron una bebida láctea con oligofructosa (0.63%) y Londoño *et al.* en el 2008 (0.5%), la cual fue una bebida de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*, este incremento puede atribuirse a la pulpa de plátano utilizada. El contenido de grasa fue de 1.19% y 1.17%, valores inferiores a los obtenidos por De Castro *et al.* 2009 (2.13%) y a los obtenidos por Vázquez Villalobos, 2015 (2 – 3.3 %). El contenido de proteína fue similar al reportado por De Castro *et al.* en el 2008 (2.70%), siendo diferente a los resultados de Londoño *et al.* (1.0%). El contenido de Grasas y proteínas son aportados por la leche mientras que los carbohidratos (10.28 %) por la pulpa de plátano.

TABLA No. 3. Análisis químico proximal de la bebida probiótica de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).

COMPONENTE	Día 1	Día 30
Humedad (%)	83.33 ± 0.04 ^b	84.22 ± 0.26 ^a
Cenizas (%)	2.81 ± 0.32 ^a	2.60 ± 0.25 ^a
Grasas (%)	1.19 ± 0.14 ^a	1.17 ± 0.35 ^a
Proteínas (%)	2.33 ± 0.33 ^a	2.30 ± 0.65 ^a
*Carbohidratos (%)	10.28 ± 0.83 ^a	9.71 ± 1.51 ^a

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones \pm desviación estándar. Letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05\%$) de acuerdo a Tuckey

Caracterización fisicoquímica.

Los valores promedios de las propiedades fisicoquímicas de la bebida probiótica de plátano macho en los días 0 y 30 de almacenamiento se muestran en la tabla No. 4. La acidez titulable muestra diferencia estadística significativa aumentando en el día 30 de almacenamiento, este mismo efecto lo reporta Londoño *et al.* en el 2008; Martín y Cuenca en el 2009 y Lamoureux *et al.* en el 2002 en una bebida fermentada. Existe una disminución significativa en los azúcares reductores, ambos resultados pueden atribuirse a la producción de ácido láctico durante el metabolismo de *Bifidobacterium bifidum* en el almacenamiento provocado por el metabolismo de las células viables.

TABLA No. 4. Caracterización fisicoquímica de la bebida probiótica de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).

COMPONENTE	Día 0	Día 30
Acidez titulable	1.13 \pm 0.08 ^a	1.39 \pm 0.10 ^b
Azúcares reductores	6.95 \pm 0.17 ^a	4.60 \pm 0.17 ^b

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones \pm desviación estándar. Letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05\%$) de acuerdo a Tuckey

Evaluación sensorial del producto dirigida al consumidor

En la figura No. 1 se muestra los porcentajes de los niveles de agrado de la bebida probiótica de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) evaluada sensorialmente por el consumidor. Donde el nivel promedio de agrado fue de 6 ± 1.5 por lo que puede decirse que obtuvo un nivel aceptable ya que en la escala hedónica representa me gusta poco, este valor de aceptación es menor que el de la bebida sin probiótico (7 ± 1.41) y esto puede ser causado por el pH (4.5). Otra causa podría ser la interacción de las diferentes cargas de proteínas en la saliva, aunque la magnitud de este puede depender del pH de las bebidas lácteas y de la capacidad reguladora y el flujo de la saliva. En general, bajos valores del pH y un mayor flujo de la saliva atenúan astringencia (Castro *et al.*, 2013). Esto puede explicar porque el 20% de los consumidores no les gusto la bebida probiótica. Por lo tanto, para efectos de

caracterización del producto y de la demanda, la aceptación al consumidor resulto positiva y viable para su venta.

FIGURA 1. Porcentajes del nivel de agrado de bebida de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).



Análisis de las 4ps

Producto

De acuerdo a los resultados obtenidos en las figuras No. 2 y 3, se observan algunos atributos que resultan importantes para el producto final, y que se incorporan en este apartado; la bebida tendrá una presentación para el consumidor final de 250mL contenido en un envase de vidrio y con el propósito de ser amigables con el medio ambiente en contraste con otros materiales que son mayores contaminantes. Como se muestra en la figura No. 4 y 5 la bebida debe contar con un sabor dulce; sin perder la calidad.

FIGURA 2. Preferencias en la presentación del envase.



FIGURA 3. Porcentajes del material del envase.

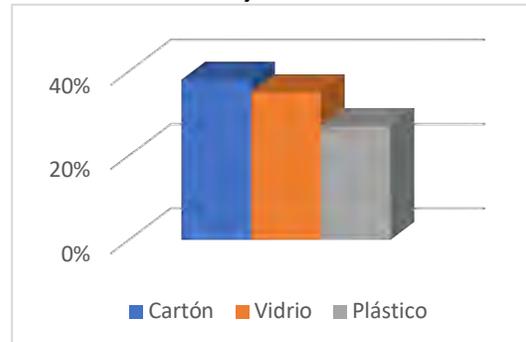
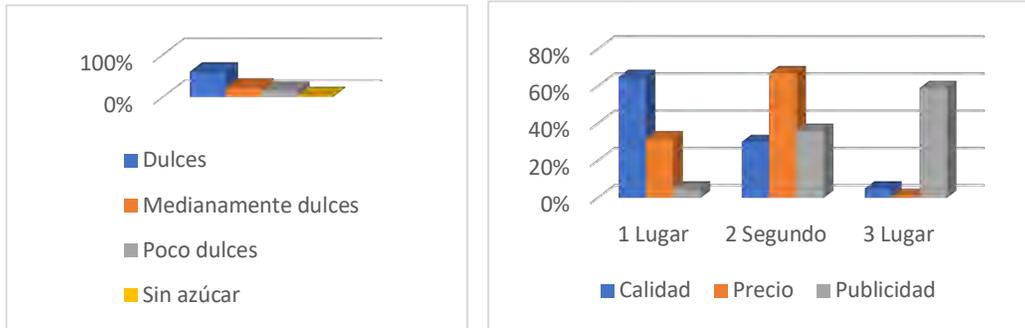


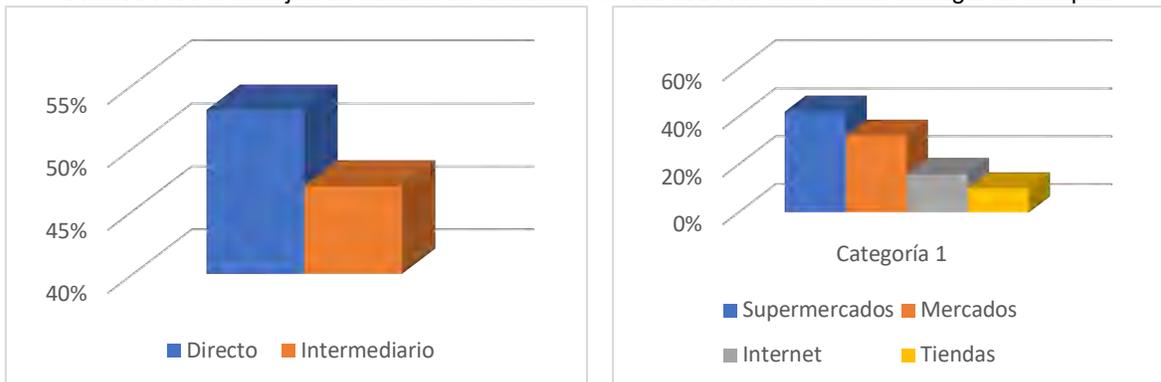
FIGURA 4. Porcentajes de la bebida ideal. **FIGURA 5.** Importancia en las decisiones de compra.



Plaza

Como se muestra en la figura No. 6 la venta deber ser directa y personalizada, se realizará a través del face to face; es Szymanski en el 2001 quien menciona que este genera un efecto de mayor recuerdo a través de los estímulos visuales tanto para la venta de un bien o servicio. La venta del producto se recomienda en parques públicos concurridos en un food truck; el cual se vuelve un servicio útil para ser más competitivo en el sector de la alimentación de acuerdo Alfiero *et al.* en el 2017.; donde se encontrará una persona que tendrá contacto directo con los clientes, no habrá intermediarios o canales de distribución en su comercialización. Se buscará obtener lugares estratégicos de promoción en eventos masivos como ferias, carnavales, etc. De la misma manera como se marca en la figura No. 7 se puede ofrecer el producto a través de internet con cargo de envío al cliente, de tal forma evitar incurrir en gastos extra para los productores.

FIGURA 6. Porcentajes de canales de distribución. **FIGURA 7.** Preferencias del lugar de compra.



Promoción

En general todos los participantes de las sesiones del panel tuvieron aceptación por la bebida y con una gran disposición a comprarla como se muestra en la figura No. 8. Es importante resaltar que existió una clara tendencia de los grupos a indicar que la consumirían porque les gusta el sabor. De acuerdo a lo que se muestra en la figura No. 9, la mayoría de las personas ubica la bebida como un producto para consumo entre comidas o a criterio personal como un postre y desde esta perspectiva se puede generar una estrategia de publicidad.

La promoción se basará en el marketing digital el cual tiene ventajas que permite una relación directa, permanente y de largo plazo con el cliente, además permite obtener mejores resultados en términos de los costos/beneficios en comparación con el marketing tradicional como lo menciona Patrutiu-Baltes en el 2016. La promoción será moderna y económica que utilizará a las redes sociales para que los consumidores potenciales puedan intercambiar no solo mensajes solicitando información de la bebida, sino tener acceso a la información del producto y conocer las futuras promociones. Los resultados de la figura No.10 validan el uso del marketing digital, los consumidores son atraídos hacia este y es pieza fundamental para estrechar el lazo entre el consumidor y los productores, generando clientes potenciales. Es necesario contar con una página web gratuita, página de Facebook, cuenta de Twitter e Instagram; que "según Fleishman-Hillard, el 79% de los consumidores opinaron que les gusta o siguen marcas en las redes sociales para obtener más información sobre la empresa, sus productos y/o servicios" (Braffton, 2012). Lo anterior se resume en promoción libres de costos, igualmente se ha visto que el gasto en la promoción de ventas sea digital o por otros medios incrementan las ganancias de una organización en correlación por los datos obtenidos por Aghara *et al.* en el 2018 sobre la promoción de ventas de bebidas alcohólicas. En la figura 11 se muestra como existe una tendencia baja por la leche, por lo que es necesario el bombardeo de publicidad digital ya que de acuerdo a Durán en el 2016 hasta un 90.48% de la Población Económicamente Activa en Oaxaca de Juárez consume leche regularmente.

FIGURA 8. Porcentaje de compra para una bebida a base de plátano macho.

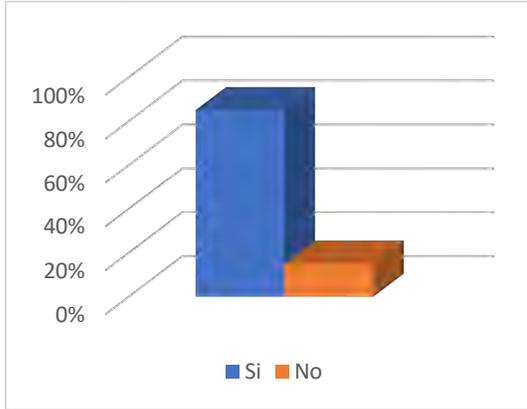


FIGURA 9. Porcentajes de hora de consumo de la bebida.

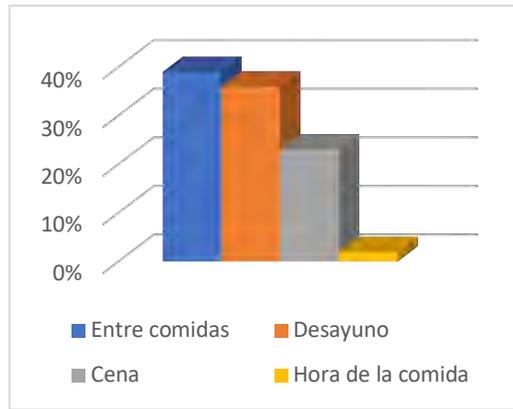


FIGURA 10. Medios de contacto preferidos.

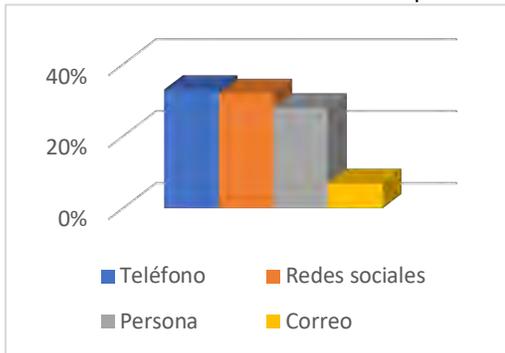


FIGURA 11. Bebidas de mayor consumo.

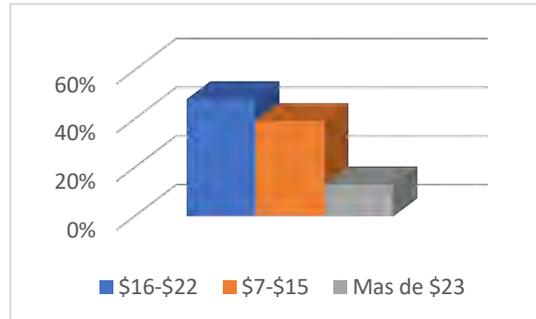


Precio

FIGURA 12. Porcentaje de ingresos mensuales



FIGURA 13. Gasto semanal en bebidas lácteas.



En primera instancia la figura No. 12 muestra el ingreso mensual aproximado por parte de la población. Ante la consulta sobre el gasto destinado a la compra de bebidas lácteas, existió una notoria tendencia de un rango de \$16 a \$22 de acuerdo a la figura No. 13. Shadi *et al.* en el 2019 hace énfasis en que existe una relación entre el método del precio y el costeo, además contribuye a una mayor satisfacción del cliente con respecto al precio. Para posicionar la bebida con un precio optimo primeramente se compararon los precios de la competencia por el método del pricing, en la tabla No. 5 se integra una comparación de diferentes productos

similares a un precio competitivo; utilizando diferentes marcas y establecimientos donde se comercializan.

Después se generó un desglose de los costos y gastos necesarios para su producción. Los mayores costos en este negocio propuesto estarán dados por la cantidad de personal necesario para el funcionamiento de la operación. Además, solo se tendrá una persona promocionando y vendiendo el producto, se considera a 3 personas más en el área de trabajo donde se producirá la bebida y llevarán a cabo los procesos administrativos.

No se contará con un local comercial y el cubrimiento de actividades especiales será responsabilidad de una unidad móvil tipo SMART que funcionará como Food Truck, la cual podrá desplazarse por los diferentes puntos de la zona. Otros costos a considerar son la Materia prima, Pago de servicios (agua, luz, etc.), equipo de cómputo, mobiliario, maquinaria y herramientas de trabajo

TABLA No. 5. Comparativo de precios de productos competidores similares en el mercado en tres cadenas comerciales de gran reconocimiento

Tienda comercial	Descripción	Precio
La Comer	Leche sabor vainilla LALA YOMI 190mL	\$5.25
	Leche sabor fresa HERSHEY'S 200mL	\$6.50
	Leche semidescremada sabor fresa SANTA CLARA 200mL	\$7.40
	Leche sabor vainilla ALPURA VAQUITAS 250mL	\$8.30
	Leche deslactosada de vainilla BOVÉ ORGANICO 240mL	\$8.37
	Leche de vainilla ALL-BRAN 236mL	\$11.75
	Bebida láctea de fresa ALPURA FRUTAL 250mL	\$7.30
WalMart	Leche sabor vainilla LALA YOMI 190mL	\$6.70
	Leche sabor fresa HERSHEY'S 200mL	\$9.00
	Leche semidescremada sabor fresa SANTA CLARA 200mL	\$9.00
	Leche sabor vainilla ALPURA VAQUITAS 250mL	\$5.20
	Leche deslactosada de vainilla BOVÉ ORGANICO 240mL	\$11.90
	Leche sabor vainilla SAN MARCOS 300mL	\$7.40
	Leche sabor vainilla SELLO ROJO TIKITO 236mL	\$7.90
	Leche sabor vainilla SELLO ROJO SHOT 250mL	\$8.00
Leche semidescremada sabor vainilla GREAT VALUE 250 mL	\$5.00	
Chedraui	Leche sabor vainilla LALA YOMI 190mL	\$5.35
	Leche sabor fresa HERSHEY'S 200mL	\$6.50
	Leche semidescremada sabor fresa SANTA CLARA 200mL	\$7.60
	Leche sabor vainilla ALPURA VAQUITAS 250mL	\$5.90
	Leche sabor vainilla SAN MARCOS 300mL	\$7.00
	Leche sabor vainilla SELLO ROJO TIKITO 236mL	\$7.90
	Leche sabor vainilla SELLO ROJO SHOT 250mL	\$7.50
	Leche sabor fresa NATURA TAMARIZ 236 mL	\$6.45
Bebida de almendra con vainilla SILK ALMENDRA 190mL	\$10.90	

Por lo cual, se presenta en la tabla No. 6 una estimación de los costos de producción de 133,000 unidades del producto, de acuerdo al método del costing de forma unitaria.

TABLA No. 6. Costos unitarios de producción de la bebida.

Costo de producción	
Costos directos (unitario)	\$5.10
Costos indirectos (unitario)	\$1.70
Margen de utilidad 18% (unitario)	\$1.20
Precio unitario	\$8.00

El ingreso será por el método de transacción directa, en los puntos de venta se contará con una caja segura solo para pago en efectivo. Dada las condiciones del mercado y la competencia la bebida se comercializará en una presentación de 250mL que costará \$8.00, se estima que el ingreso inicial sea de \$1,064,000 por la venta de 133,000 unidades durante el primer año con una ganancia del 17% sobre los costos.

Al largo plazo se podrá estudiar la posibilidad de proveer a cafeterías, restaurantes y bares de la región, con lo cual se ampliará la captación de ingresos no solo con los diversos puntos de venta, sino que también con la incursión en el mercado de suministros para el comercio.

Modelo de gestión

Finalmente, para que todo negocio logre concentrar sus recursos en las oportunidades óptimas con el objetivo de acelerar las ventas y lograr una ventaja competitiva en la propiedad, es necesario desarrollar una estrategia de marketing en base al análisis de las 4ps, así como lo menciona Sharma *et al.* en el 2017.

Fase 1: Identificar los procesos empresariales relacionados a las ventas. Tener muy presente la función de estas áreas con las ventas.

- Producción
- Almacén
- Logística
- Recursos humanos
- Servicio al cliente

Fase 2: Definir el proceso de trabajo de ventas. Marcar estos pasos como un protocolo a seguir en toda venta.

- I. Establecer una asociación con el cliente y generar confianza.
- II. Identificar las necesidades del consumidor.
- III. Identificar la oferta y ventaja competitiva del producto.
- IV. Comunicar la oferta al consumidor.
- V. Entablar una relación con el cliente que derive en un beneficio mutuo.
- VI. Ofrecer servicios después de realizada la venta que permita establecer relaciones durables con los clientes

Fase 3: Establecer una forma para medir indicadores del proceso de trabajo de ventas. Con el fin de obtener resultados positivos en cada venta se debe seguir un proceso de control y evaluación de las variables indicadas. Como lo menciona González en el 2017 la Propuesta de Mejora desde su concepción, constituye una herramienta que facilita a la organización la mejora de la Gestión de la Calidad en el Proceso de Ventas para la toma de decisiones en la empresa.

Valorar la satisfacción del cliente a través de encuesta de opinión o la concentración de quejas y recomendaciones con respecto a las características del producto, y la atención brindada al cliente. Generando una escala cualitativa de Bueno, Regular y Malo para dichas variables.

Realizar la verificación de las existencias de producto terminado; en cruce con los pedidos realizados. Evitando quedarse sin stock o estar a la par con las necesidades de la demanda.

Registrar los ingresos por venta del producto para un mejor control financiero, buscando la proyección de mejoras futuras e inversión. Debe existir siempre mantenerse por encima o en el punto de equilibrio financiero.

Verificar el cumplimiento de objetivos propuestos en el trabajo de ventas. Calificar con una escala cualitativa de alcances; Logrado, En proceso, No logrado.

CONCLUSIONES

La composición físico química de la bebida no varió durante un periodo de almacenamiento de 30 días. La cuenta viable de *Bifidobacterium bifidum* se mantuvo en 14 log UFC/mL durante el periodo de almacenamiento. El nivel de aceptación de la bebida fue aceptable de acuerdo al estudio de mercado y los resultados muestran tendencias futuras favorables para la venta. El sabor de la bebida es innovador para los consumidores debido a la consistencia y la adición del probiótico, logrando el 80% de aceptación en relación a los datos arrojados en la evaluación sensorial. La bebida resulta ser una alternativa de uso del plátano macho en una etapa de madurez. El 57% de la población prefiere un producto en una presentación de 250 mL. Referente al canal de distribución del producto el 53% prefiere la venta directa y personalizada (face to face), utilizando un food truck, evitando intermediarios o canales de distribución. También se observó que el 39% prefiere consumir la bebida entre comidas, este dato generar una estrategia publicitaria de promoción, apoyándose del marketing digital, siendo útil para generar un lazo entre el consumidor y el productor (logrando clientes potenciales). Finalmente, se encontró que es importante desarrollar estrategias de marketing en base al análisis de las 4ps: **producto, plaza, promoción y precio** que son base para el modelo de gestión propuesto. Se tomó en cuenta el análisis de mercado, utilizando una encuesta referente a aceptación del producto, precio, plaza y promoción de la bebida. Esto permitirá fortalecer el trabajo de ventas futuro del producto y lograrlo posicionar en el mercado con estrategias correctas para su aceptación ante el consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghara, V. N. O., Nwaizugbo, I. C., Oparah, P. C., & Ifeanyichukwu, C. D. (2018). Sales promotion as a leverage strategy for improving sales and profitability in alcohol beverage industry. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 5(4), 18-25. doi:10.21744/irjmis.v5n4.245
- Alfiero, S., Lo Giudice, A., & Bonadonna, A. (2017). Street food and innovation: the food truck phenomenon. *British Food Journal*, 119(11), 2462–2476. doi:10.1108/bfj-03-2017-0179
- AOAC (1999). *Official methods of analysis* (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Araujo Guerrero, M. M y Arpi Sarmiento J.P. (2007). Estudio para la producción y comercialización de una bebida láctea fermentada enriquecida con latosuero. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos. Cuenca, Ecuador.
- Brafton, 2012. 89 percent of consumers use search engines for purchase decisions. En línea. Disponible en: <http://www.brafton.com/news/89-percent-of-consumersuse-search-engines-for-purchase-decisions> Recuperado el 26 de julio de 2020.
- Chung, H. S., Kim, Y. B., Chun, S. L. & Ji, G. E. (1999). Screening and selection of acid and bile resistant bifidobacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 47: 25-32.
- De Castro, F. P., Cunha, T. M., Barreto, P. L. M., Amboni, R. D. D. M. C., & Prudêncio, E. S. (2009). Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1), 68–74. doi:10.1111/j.1471-0307.2008.00447
- Durán Meléndez, E. (2016). Estudio Del Consumo De Leche Y Sus Derivados En El Municipio De Oaxaca De Juarez, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 39(),441-450. ISSN: 1405-9282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/141/14149188007.pdf>
- García-Mata, R.; Gozález-Machorro, F.; García-Sánchez, R.C.; Mora-Flores, S.; González-Estrada, A.; Martínez-Damin, A. (2013). El mercado del plátano (*Musa paradisiaca*) en México, 1971-2017. *Agrociencia* 47:399-410.2013
- González Hidalgo, V. M. (2017). Propuesta De Mejora En El Proceso De Ventas Para La Gestión De La Calidad En La División Territorial Copextel Las Tunas. Tesis En Opción Al Título Académico De Máster En Ingeniería Industrial. Universidad De Las Tunas.

- Happi Emaga, T., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2), 590–600. Doi:10.1016/j.foodchem.2006.09.006
- Hernández Solórzano, C.; Vargas Villalobos, S.L.; Bautista Viazcan, O; Pérez Silva, A.; Paz-Gamboa, E. (2014). Viabilidad de *Bifidobacterium bifidum* en una bebida probiótica a base de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB). *Investigaciones en Ciencias Biológicas. Cap II. Ciencia y Tecnología de alimentos tema 2.11. Primera edición. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.*
- <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/13La%20producci%C3%B3n%20y%20el%20comercio%20de%20pl%C3%A1tano.pdf>
- Jen-Horng, T., Yeu-Pyng, L y An-Erl, V.K. (2004). Fermentation of banana media by using κ -carrageenan inmonilized *Lactobasillus acidophilus*. *International Journal of Food Microbiology*. 91: 215-220.
- Lamoureux, L., Roy., D. y Gauthier S.F. (2002). Production of oligosaccharides in yogurt containing bifidobacterias and yogurt cultures. *J.Dairy Sci*. 85:1058-1069.
- León Marroú, M.E. (2011). Efecto bifidogénico de jalea de *Lepidium meyenii* Walp. “maca” en el recuento de *Bifidobacterium bifidum* en yogurt probiótico. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2 (1): 094-107. <http://www.rvcta.org>. ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
- Londoño Uribe, MM., Sepulveda Valencia, Hernández Monzón, A. y Parra Suescún, J.E. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, Volumen 61, Número 1, p. 4409-4421, 2008. ISSN electrónico 2248-7026. ISSN impreso 0304-2847.
- Martín, B.M.M y Cuenca, M.C.Q. (2009). Valoración de diferentes indicadores de la fermentación de bebida de soya y de leche de vaca utilizando cultivos probióticos. *Brazilian Journal of Food Technology*. 7:100-106.
- Narváez Santos M. A. (2016) Diseño y Gestión de Marca para la comercialización de jugo de naranja en la provincia de el oro. Trabajo de titulación emprendimiento. Unidad académica de ciencias empresariales.
- Patrutiú-Baltes, L. (2016). Inbound Marketing - the most important digital marketing strategy. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov*, 9(2), 61-68. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/486b/56f34dc6629d7ed74f054b857b56f74a52d6.pdf>

- Rozada-Sánchez, R., Sattur, A. P., Thomas, K., & Pandiella, S. S. (2008). Evaluation of *Bifidobacterium* spp. for the production of a potentially probiotic malt-based beverage. *Process Biochemistry*, 43(8), 848–854. doi:10.1016/j.procbio.2008.04.002
- Shadi Maher A., Talal Souliman J., Wan Anisah E., Nik Mohd N., Nik Mohd R. (2019). The Relationship between Target Costing Method and Pricing -Development of Products in Industrial Companies. *International Business and Accounting Research Journal*, 3(2), 107-118. Doi:10.15294/ibarj.v3i2.59
- Shamla, L., & Nisha, P. (2017). Acrylamide formation in plantain (*Musa paradisiaca*) chips influenced by different ripening stages: A correlation study with respect to reducing sugars, amino acids and phenolic content. *Food Chemistry*, 222, 53–60. doi:10.1016/j.foodchem.2016.12.007.
- Sharma, S., Sharma P. (2017). Marketing Mix Strategies for FMCG Companies in India. *Journal of Commerce and Management Thought*, 8(4), 760-771. doi: 10.5958/0976-478X.2017.00046.5
- Szymanski, D. M. (2001). Modality and Offering Effects in Sales Presentations for a Good versus a Service. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 29(2), 179–189. doi:10.1177/03079459994542
- Vásquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Physicochemical properties and sensory acceptability of goat's milk fruit yogurts with mango and banana using accelerated testing. *Scientia Agropecuaria*, 177–189.
- Vinderola, C.G., Gueimonde, M., Delgado, T., Reinheimer, J.A., y de los Reyes-Gavilan, C.G. (2000). Characteristics of carbonated fermented milk and survival of probiotic bacteria. *International Dairy Journal*. 10: 213-220.
- Wu, Z., Wu, J., Cao, P., Jin, Y., Pan, D., Zeng, X., & Guo, Y. (2017). Characterization of probiotic bacteria involved in fermented milk processing enriched with folic acid. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4223–4229. doi:10.3168/jds.2017-12640.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LÁMINAS DE FRUTAS SALUDABLES A BASE DE ARÁNDADO Y ACÁCHUL

ALMA YOLANDA VÁZQUEZ SÁNCHEZ,¹ ARACELI GALLARDO SANDOVAL.²

RESUMEN

Los frutos rojos, resultan atractivos para el desarrollo de productos alimenticios, por su alto contenido de antocianinas y polifenoles, que contribuyen a su elevada actividad antioxidante y por su aporte en cuanto a color y sabor brindando al producto final un gran atractivo. Entre estas frutas se encuentra el acáchul (*Ardisia compressa Kunth*) y el arándano azul (*Vaccinium ashei*). El objetivo de este trabajo fue estudiar diferentes características sensoriales percibidas por consumidores sobre tres golosinas deshidratadas, presentadas en forma de láminas de frutas elaboradas a base de acáchul y/o arándano, endulzadas con estevia, las cuáles se secaron en un horno de convección a 60 °C por 8 h. Se realizó una prueba sensorial de satisfacción (60 panelistas) respecto a los atributos: color, textura, sabor, gusto ácido y dulce y la satisfacción global. La categoría “me gusta” obtuvo porcentajes alrededor del 77% para todos los atributos estudiados en todas las formulaciones. En cuanto a la satisfacción global se obtuvo un promedio de aceptabilidad del 85%. Estos resultados demuestran que las láminas de frutas desarrolladas fueron percibidas por los consumidores con un gran porcentaje de aceptación. Por lo tanto, representan una opción saludable, interesante y muy prometedora para instalarse en el mercado.

Palabras Clave: acáchul, arándano azul, evaluación sensorial, actividad antioxidante.

¹ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, México. alma.vazquez@utxicotepec.edu.mx

² Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, México. araceli.gallardo@utxicotepec.edu.mx

ABSTRACT

Red fruits are attractive for the development of food products, due to their high content of anthocyanins and polyphenols, which contribute to their high antioxidant activity and because of their contribution in terms of color and flavor, providing the final product with great appeal. These fruits include acachul (*Ardisia compressa* Kunth) and blueberry (*Vaccinium ashei*). The objective of this work was to study different sensory characteristics perceived by consumers on three dehydrated sweets, presented in the form of slices of fruits made from acachul and / or blueberry, sweetened with stevia, which were dried in a convection oven at 60 ° C for 8 h. A sensory satisfaction test was carried out (60 panelists) regarding the attributes: color, texture, flavor, sour and sweet taste and overall satisfaction. The category "I like it" obtained percentages around 77% for all the attributes studied in all the formulations. Regarding overall satisfaction, an average acceptability of 85% was obtained. These results show that the fruit sheets developed were perceived by consumers with a high percentage of acceptance. Therefore, they represent a healthy, interesting and very promising option to settle in the market.

Key Words: acáchul, blueberry, sensory evaluation, antioxidant activity.

INTRODUCCIÓN

Ardisia compressa Kunth es un arbusto que crece en las regiones tropicales y subtropicales de México. Sus frutos son pequeños, de color rojo/violeta intenso con un sabor agridulce. En el municipio de Xicotepec de Juárez, ubicado en la Sierra Norte del Estado de Puebla, *A. compressa* recibe el nombre común de acáchul. En esta zona, los frutos maduros de acáchul son utilizados para la elaboración artesanal de productos alimenticios como bebidas, mermeladas, paletas, atoles y licores. Interesantemente, *A. compressa* muestra la presencia de diferentes metabolitos como las antocianinas y de otros compuestos polifenólicos como flavonoides, diterpenos, galotatinos y ácidos clorogénicos, los cuáles son compuestos conocidos por ejercer diferentes actividades biológicas, particularmente, muestra una alta capacidad antioxidante (Joaquín-Cruz et al., 2015; Vázquez-Sánchez et al., 2019). En cuanto al desarrollo de estos frutos, en

general maduran y se cosechan en primavera, su vida útil es muy corta, por lo que, si no se consume fresco, a menudo sus frutos son conservados mediante métodos como la congelación.

Mientras que el arándano azul (*Vaccinium ashei*) forma parte de la familia de los berries (bayas), es un fruto esférico, y dependiendo de la especie puede variar su tamaño entre 0.7 a 1.6 cm de diámetro y el color entre azul claro al azul bien oscuro. Tiene la piel tersa y su pulpa es jugosa y aromática de sabor agridulce. Su consumo es tradicional en los países del Hemisferio Norte, donde es valorada no sólo como producto alimenticio sino también por sus propiedades medicinales (antioxidantes y antibióticas) y su beneficio potencial en la salud (Figuroa, 2005; Sinelli et al, 2008; Kalt et al, 1999). Su consumo se realiza tanto en estado fresco, siendo la forma de comercialización más conocida, pero también industrializada en jaleas, dulces, jugos, colorantes, etc. (Figuroa, 2005; Castagnini, 2014)

Por otro lado, se le llama láminas de fruta a los productos de confitería a base de frutas deshidratadas que se comen como snacks y que tienen un sabor dulce, así como una textura suave y gomosa (Gujral & Singh, 2007). La mayoría de las frutas frescas tienen una temporada de cosecha corta y son sensibles al deterioro incluso cuando se almacenan en condiciones de refrigeración; por lo tanto, el fabricar láminas a partir de frutas frescas representa una forma efectiva de preservar las frutas por largos periodos de tiempo (Maskaan et al., 2002).

Dado que no existen reportes científicos donde se usen ambos frutos para el desarrollo de productos alimenticios, el objetivo de este trabajo fue desarrollar láminas frutales, saludables y organolépticamente aceptables a partir de arándano y/o acáchul

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material Vegetal

Los frutos de arándano azul, se obtuvieron de la comunidad de Venta Grande (20°10'36"N 98°03'10"O), Huauchinango, Puebla a 2125 metros de altitud y temperatura promedio anual en un rango de 12 a 21°C, en estado de madurez idóneo para consumo mostrando un color azul oscuro y de aproximadamente 1.5

gramos de peso. En el caso del acáchul, se obtuvieron de las cercanías de Xicotepec de Juárez, Puebla (-97.96 20° 16' 33" N, 97° 57' 36" O), altitud de 1,180 m.s.n.m., temperatura anual en un rango de 11 a 30°C, en estado de madurez apropiado por el desarrollo de color de fruto morado intenso y peso aproximado de 0.5 gramos. Los frutos frescos y maduros de acáchul y arándano se lavaron y desinfectaron con una solución de NaClO a 200 ppm durante 5 min y luego se enjuagaron con agua potable. En el caso del acáchul, se realizó un deshuesado con ayuda de una coladera de metal, de tal manera que se utilizaron la pulpa y la cáscara para continuar con el procedimiento. Posteriormente, las muestras de ambos frutos fueron maceradas para poder utilizar muestras homogéneas.

2.2. Láminas de frutas

Se desarrollaron 3 formulaciones diferentes de láminas de fruta (Tabla 1) con diferentes proporciones de los frutos, endulzados con estevia y adicionados con pectina (alto metoxilo). La mezcla se maceró (Oster® BPMT02-BS0-00) durante 30 segundos y se formaron láminas de 5 mm de altura en charolas de deshidratación sometándose a secado en horno de convección de acero inoxidable (HC-35-CXL CORIAT) durante 8 horas a temperatura de 60°C.

Tabla 1. Composición de las láminas elaboradas.

Formulaciones	Arándano (%)	Acáchul (%)	Estevia (%)	Pectina (%)
1	98.12	0	0.65	1.23
2	48.78	48.78	0.98	1.46
3	0	97.17	1.62	1.21

2.3. Evaluación Sensorial

Se diseñó e implementó una encuesta afectiva con escala hedónica de 7 puntos. La evaluación de las tres formulaciones se aplicó a 60 personas sin previa selección, con un rango de edad entre 17 y 59 años. La evaluación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. Los métodos utilizados para la evaluación sensorial fueron los que se utilizan normalmente para evaluar los productos antes de lanzarlos al mercado (Moskowitz et al., 2012). Los atributos sensoriales evaluados fueron: color, sabor (gusto ácido y dulce) y olor.

2.3.1 Evaluación del grado de satisfacción

Esta prueba mide las sensaciones agradables o desagradables que producen las muestras al degustarlas (Anzaldúa Morales, 1994). El grado de satisfacción de los diferentes atributos y la satisfacción global del producto se estudiaron mediante una escala hedónica de 7 puntos, respectivamente (Ramírez-Navas, 2012).

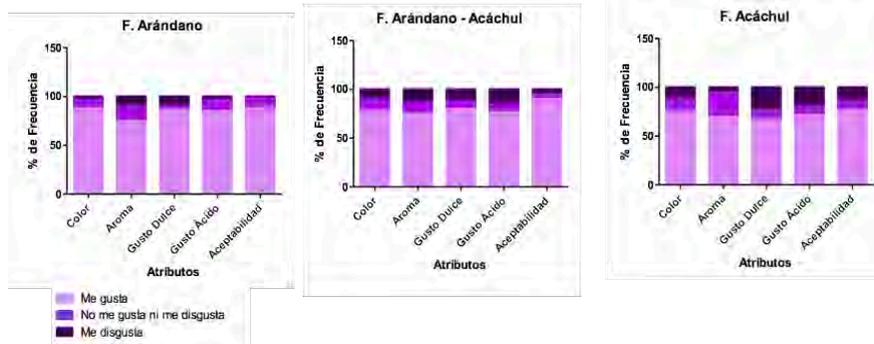
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros sensoriales son una de las propiedades más importantes de los productos alimenticios, ya que nos dan una idea acerca de la aceptación del productos por los consumidores y si tiene posibilidades de ser instalado en el mercado o si necesita ser reformulado. A continuación se detallarán los resultados obtenidos del estudio sensorial.

3.1. Evaluación del grado de satisfacción

La figura 1 muestra los resultados de la evaluación del grado de aceptabilidad global y de los atributos. Los resultados relacionados con la aceptación global de las diferentes formulaciones, muestran que para la formulación de arándano (1) el 88.33% del total de respuestas se distribuyó entre las opciones de agrado ("Me gusta poco", "Me gusta moderadamente" y "Me gusta mucho"); solo el 1.67% de las respuestas se encontraron entre la categoría me disgusta ("Me disgusta un poco", "Me disgusta moderadamente" y "Me disgusta mucho") por lo que la aceptabilidad general de este producto alta. En la formulación de arándano/acáchul (2) el 90.00% del total de respuestas se distribuyó entre las opciones de agrado y el 5.00% de las respuestas se encontraron dentro de la categoría me disgusta, observando que la aceptabilidad general de este producto fue la más alta. Por último, en la formulación de acáchul (3) el 76.67% del total de respuestas se distribuyó entre las opciones de agrado y el 13.33% de las respuestas se encontraron dentro de la categoría me disgusta, mostrando así, la aceptabilidad más baja.

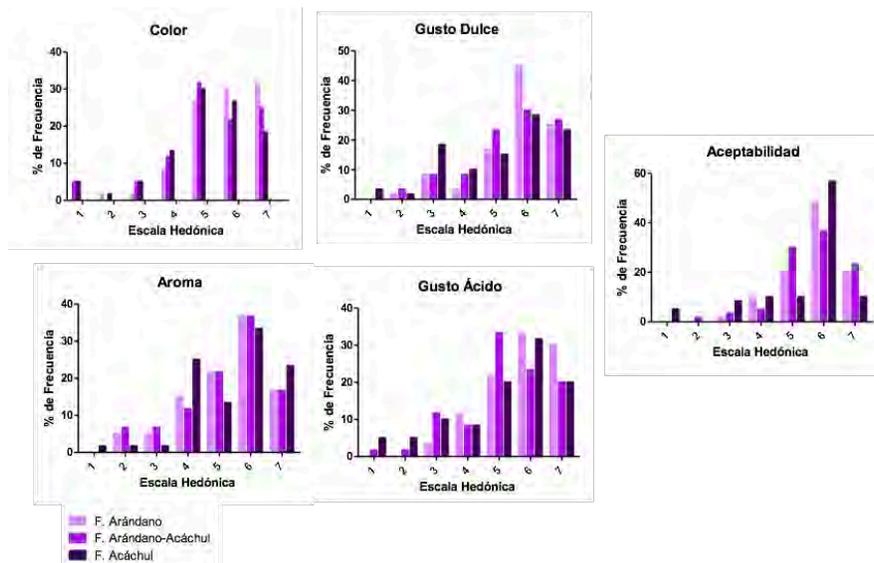
Fig. 1. Nivel de preferencia de los atributos de las diferentes formulaciones deshidratadas.



En lo que respecta a los atributos, la mayoría de ellos en las formulaciones 1 y 2, fueron evaluados principalmente dentro de la categoría me gusta.

Además, una alta proporción de los consumidores consideró que les agradaban la mayoría de los atributos evaluados. Los resultados muestran que en las tres formulaciones, los porcentajes de frecuencia más altos se concentran dentro de los valores 5, 6 y 7 de la escala hedónica usada (“Me gusta poco”, “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”, respectivamente). En general, los consumidores prefirieron las formulaciones 1 y 2, por su color (88.33% y 78.33%, respectivamente) y dulzor (86.67% y 80.00%, respectivamente). Mientras que la formulación 3, presentó una menor aceptación global mostró debido a su color más oscuro y su alto grado de acidez, posiblemente por el alto porcentaje de acáchul en la matriz inicial (Figura 2).

Fig. 2. Nivel de satisfacción de los atributos de las diferentes formulaciones deshidratadas (escala 1 = me disgusta mucho a 7 = me gusta mucho).



Finalmente, de acuerdo a los perfiles sensoriales (Tabla 2), la puntuación media del color de las diferentes formulaciones fue de 5.42 sobre 7. Esta puntuación está justo por encima de la categoría "Me gusta poco"; la formulación de acáchul tuvo los puntajes de satisfacción más bajos para el color. En lo que respecta al aroma, fue el atributo con una evaluación media más alta, 5.43.

Tabla. 2. Puntuación media de los atributos sensoriales de las diferentes formulaciones deshidratadas evaluados por un panel de consumidores no entrenados (n=60).

	Color	Aroma	Gusto dulce	Gusto ácido	Aceptabilidad
F. Arándano	5.77 ± 1.14	5.33 ± 1.27	5.7 ± 1.23	5.73 ± 1.12	5.62 ± 0.95
F. Arándano-Acáchul	5.32 ± 1.51	5.47 ± 1.21	5.43 ± 1.41	5.2 ± 1.41	5.75 ± 1.15
F. Acáchul	5.17 ± 1.52	5.48 ± 1.31	5.08 ± 1.67	5.1 ± 1.71	5.3 ± 1.46
Promedio general	5.42 ± 0.31	5.43 ± 0.08	5.40 ± 0.31	5.34 ± 0.34	5.56 ± 0.23

Con respecto al sabor, la puntuación media del gusto dulce de las formulaciones de frutas fue de 5.4, indicando que dicho atributo fue del agrado de los panelistas y, por lo tanto, no se requirió la adición de azúcar. Aumentar la cantidad de azúcar más allá de la cantidad óptima puede reducir la calificación general del sabor (Kumar et al., 2007). Mientras que la puntuación media para el gusto ácido de las láminas de fruta fue 5.34. El puntaje más alto se obtuvo en la formulación de arándano por lo que podemos sugerir que el gusto ácido está influenciado por la cantidad de azúcar contenida en la pulpa fresca (Okilya et al., 2010).

En general, los resultados muestran que de manera global, con un puntaje medio de 5.56, a los panelistas les gustaron las diferentes formulaciones. Particularmente, los resultados ya sea expresados en porcentaje de frecuencia de respuestas (Figuras 1 y 2) o en puntuación media (Tabla 2) muestran que las formulaciones mejor aceptadas fueron la 1 y 2.

CONCLUSIONES

Se lograron utilizar frutos rojos percederos como son el acáchul y el arándano para desarrollar una formulación y una metodología factibles para la elaboración de una golosina rica y saludable. Lo anterior es muy relevante, ya que ambos frutos son poco conocidos en México, son producidos sólo en ciertas regiones del país y además, son comercializados como frutos frescos localmente, por ello, elaborar láminas de frutas saludables permite tener al alcance los frutos hasta por un año utilizando la deshidratación como método de conservación.

Además, el estudio sensorial mostró que las láminas de frutas podrían tener una buena aceptación por parte de los consumidores. Las láminas saludables elaboradas mostraron aceptabilidad sensorial promedio del 85%. Siendo las formulaciones de arándano-acáchul (2) y de acáchul (3) las de mayor y menor aceptación global, respectivamente. Algunos de los comentarios externados por los evaluadores, indican que prevalecen los sabores de los frutos (acáchul y arándano), pero el color morado es muy intenso. Por lo que son necesarias investigaciones futuras para el desarrollo de láminas de frutas que nos permitan disfrazar el color oscuro de los frutos. Posiblemente, la adición de otra fruta incolora mejorará el color resultante. Asimismo, el uso de edulcorantes como la estevia disminuye el contenido calórico de los alimentos procesados, de tal manera que un mayor estrato de la población pueda consumirlos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa-Morales, A. A. (1994). Pruebas sensoriales. In A. A. Anzaldúa-Morales. La evaluación sensorial en la teoría y la práctica (pp. 87- 92). Zaragoza: ACRIBIA
- Castagnini J. M. 2014. Estudio del proceso de obtención de zumo de arándanos y su utilización como ingrediente para la obtención de un alimento funcional por impregnación a vacío. Instituto Universitario de Ingeniería de alimentos para el desarrollo, Universidad Politécnica de Valencia, España. 175 p.
- Figuroa, G. 2005. Estudio de factibilidad de la producción de arándano en Catamarca. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Catamarca, Argentina. 44 p.
- Gujral, H., & Singh Brar, S. (2007). Effect of Hydrocolloids on the Dehydration Kinetics, Color, and Texture of Mango Leather (Vol. 6).
- Huang, X., & Hsieh, F.-H. (2005). Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. *Journal of Food Science*, 70(3), E177-E186.
- Joaquín-Cruz, E., Dueñas, M., García-Cruz, L., Salinas-Moreno, Y., Santos-Buelga, C., & García-Salinas, C. (2015). Anthocyanin and phenolic characterization, chemical composition and antioxidant activity of chagalapoli (*Ardisia compressa* K.) fruit: A tropical source of natural pigments. *Food Research International*, 70, 151-157.
- Kader, A.A. (ed.), 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Second edition, Univ. Calif., Div. of Agr. and Nat. Resources, Publ. 3311, pp. 296.
- Kalt, W., McDonald, J.E., Ricker, R.D. y Lu, X. 1999. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species. *Canadian Journal of Plant Science*. 79 (4): 617 -623
- Kumar, R., Jain, R. K., & Mandal, G. (2007). Storage stability of guava leather in different packing materials. In G. K. R. C. R. Singh (Ed.), *Proceedings of the 1st International Guava Symposium* (pp. 621-625).
- Maskan, A., Kaya, S., & Maskan, M. (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*, 54(1), 81-88.
- Moskowitz, H. R., Beckley, J. H., & Resurreccion, A. V. (2012). *Sensory and consumer research in food product design and development*. John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119945970>.
- Okilya, S., Mukisa, I. M., & Kaaya, A. N. (2010). Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9(1), 101-111.

- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 85-97.
- Sinelli N., Spinardi A., Di Egidio V., Mignani I. y Casiraghi E. 2008. Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*. 50: 31-36.
- Vázquez-Sánchez, A. Y., Aguilar-Zárate, P., Muñiz-Márquez, D. B., Wong-Paz, J. E., Rojas, R., Ascacio-Valdés, J. A., & Martínez-Ávila, G. C. G. (2019). Effect of ultrasound treatment on the extraction of antioxidants from *Ardisia compressa* Kunth fruits and identification of phytochemicals by HPLC-ESI-MS. *Heliyon*, 5(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03058>

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE SNACKS DE FRUTAS DE ARÁNDANO – ACÁCHUL

HAYDEE BAUTISTA DE LEÓN,¹ ARACELI TORRES RODRÍGUEZ.²

RESUMEN

Las berries en México, han tomado importancia en los últimos años debido a su alto poder antioxidante, como el arándano (*Vaccinium ashei*). Sin embargo, en la sierra norte del estado de Puebla crece un fruto nativo llamado acáchul (*Ardisia compressa Kunth*) el cual posee antocianinas y compuestos fenólicos las cuales le dan un alto poder antioxidante. La fruta comúnmente es usada para consumo en fresco. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización fisicoquímica de seis tratamientos realizados a base de arándano y acáchul endulzadas con stevia las cuáles se secaron en un horno de convección a 60 °C por 8 h. La caracterización se realizó en fruta fresca y en snack (deshidratado). Las variables evaluadas fueron pH, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, humedad y cenizas. Los resultados obtenidos en los seis tratamientos para el pH fluctuaron entre 3.43 a 4.12, para °Brix de 8.38 a 18.62, la acidez de 0.28 a 2.99 % de ácido cítrico, humedad de 91 a 97 % y cenizas de 0.1 a 1.4 %. Se observaron diferencias significativas entre arándano y acáchul en snacks y en fresco.

Palabras Clave: acáchul, arándano azul, snacks y caracterización fisicoquímica.

ABSTRACT

Berries in Mexico have become important in recent years due to their high antioxidant power, such as blueberries (*Vaccinium ashei*). However, in the northern highlands of the state of Puebla, a native fruit called acáchul (*Ardisia compressa Kunth*) grows which has anthocyanins and phenolic compounds which give it a high antioxidant power. The fruit is commonly used for fresh consumption. For this reason, the objective of this work was to carry out the physicochemical

¹ Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. haydee.bautista@utxicotepec.edu.mx

² Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. araceli.torres@utxicotepec.edu.mx

characterization of six treatments made with blueberry and acachul sweetened with stevia, which were dried in a convection oven at 60 ° C for 8 h. The characterization was carried out in fresh fruit and in snack (dehydrated). The variables evaluated were pH, total soluble solids (TSS), titratable acidity, humidity and ash. The results obtained in the six treatments for pH ranged from 3.43 to 4.12, for °Brix from 8.38 to 18.62, acidity from 0.28 to 2.99% of citric acid, humidity from 91 to 97% and ash from 0.1 to 1.4%. Significant differences were observed between blueberry and acáchul in snacks and fresh.

Key Words: acáchul, blueberry, snacks and physicochemical characterization.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los cinco países más ricos en diversidad biológica (Ibarra-Manríquez & Tenorio-Cornejo, 2010) con 7,000 especies aprovechadas como medicinales, comestibles y ornamentales (Castro *et al.*, 2011). El acáchul (*Ardisia compressa Kunth*) es un arbusto que crece en regiones tropicales y subtropicales del país. Es una fruta pequeña de color morado intenso, con sabor agridulce que crece de forma silvestre en la sierra norte de Xicotepec de Juárez (LÓPEZ-YERENA, *et al.*, 2017; Joaquín-Cruz *et al.*, 2017). Según Bhardwaj *et al.* (2007) las especies vegetales silvestres tienen un valor nutricional superior a las especies cultivadas. El acáchul presenta similar composición a las berries, con un alto contenido en compuestos fenólicos. Joaquín-Cruz *et al.* (2015) mencionan que la propiedad antioxidante que posee el acáchul es mayor que el arándano; esto puede deberse a la cantidad de compuestos activos como antocianinas y hasta veinte polifenoles no antocianinos. Contiene compuestos polifenólicos como flavonoides, particularmente flavonoides glicosilados como el 3-O-glucósidos (quercetina 3-O-glucósido) y 3-O-rutinósidos (isorhamnetina-3-O-rutinosido) (Vazquez *et al.*, 2019). La caracterización de los compuestos fenólicos en el acáchul está en la primera etapa. Hace falta identificar otros compuestos debido a que es una especie silvestre. El arándano (*Vaccinium ashei Reade*) es otro fruto que se consume a nivel mundial por su alto poder antioxidante; la fuente son los flavonoides, especialmente antocianinas (Malvidina, petunidina, delfinidina y cianidina) quienes agrupan 76.2 %

de su actividad antioxidante (Shiow *et al.*, 2012). El consumo de arándanos ha aumentado con los años, consumiéndose como fruta fresca, congelada, o procesada (bebidas, concentrados, panadería, siropes) e incluso como colorante natural alimenticio. Sin embargo, tanto el acáchul como el arándano siguen siendo un cultivo de temporada. De su procesamiento y almacenamiento depende la conservación de los beneficios y disponibilidad de los compuestos polifenólicos. Debido a las cualidades bioactivas, fisicoquímicas y nutricionales que tienen los frutos se decidió generar un snack (botana) que se caracterizó fisicoquímicamente, debido a que el fruto del arándano posee un sabor característico agridulce debido al azúcar y el ácido (Martínez-Navarretea, N. *et al.*, 2008). Las proporciones relativas de azúcar y ácido son parámetros importantes en la calidad del fruto y el sabor que transfiere al snacks (Jia, 2020). El consumo de compuestos antioxidantes que posee el arándano y el acachul es benéfico a la salud (Vazquez *et al.*, 2019 y Ramirez-Mares (2016).

METODOLOGÍA

Recolección de la muestra

Los frutos de acáchul fueron colectados en el municipio de Xicotepéc de Juárez, Puebla (-97.96 20° 16' 33" N, 97° 57' 36" O), a 1,180 msnm., en estado de madurez de consumo. Mientras que los frutos de arándano azul se recolectaron en la comunidad de Venta Grande (20°10'36"N 98°03'10"O), Huauchinango, Puebla a 2125 metros de altitud y, en estado de madurez de consumo. Los frutos frescos y maduros de acáchul y arándano se lavaron y desinfectaron con una solución de NaClO a 200 ppm durante 5 min y luego se enjuagaron con agua potable. En el caso del acáchul, se realizó un deshuesado con ayuda de una coladera de metal, para que utilizará la pulpa y la cáscara y se continuará con el procedimiento. Posteriormente, las muestras de ambos frutos fueron maceradas para utilizar muestras homogéneas.

Manejo de la muestra

Los frutos de acáchul y de arándano se procesaron en el laboratorio de Análisis de Alimentos y Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. Para generar los snacks de fruta se desarrollaron 3 formulaciones con proporciones diferentes de frutos (acáchul, arándano y la mezcla de ambos), pectina (alto metoxilo), y endulzados con stevia (Tabla 1). Cada formulación se maceró por 30 s en una licuadora (Oster® BPMT02-BS0-00) de la que fue tomada la muestra en fresco. A partir de esta mezcla se colocaron en charolas de deshidratación 5 mm de espesor sometiéndose a secado en horno de convección (HC-35-CXL CORIAT) durante 8 horas a 60°C para obtenerse las muestras deshidratadas (snack).

Tabla 1. Composición de las formulaciones realizadas

Formulación	Arándano (%)	Acáchul (%)	Stevia (%)	Pectina (%)
1	98.12	0	0.65	1.23
2	48.78	48.78	0.98	1.46
3	0	97.17	1.62	1.21

Grados Brix

Los grados Brix (°Bx) se midieron con un refractómetro HANNA, modelo HI96801según el método Refractométrico. Para la muestra en fresco se usó una gota de la muestra previamente molida, mientras que para el snack se pesó 1g de la película la cual se le agregó 1 ml de agua destilada, se dejó reposar y se molió en un mortero, una vez triturada e hidratada la muestra se midió los °Bx (Bett-Garber, 2015).

pH

La determinación de pH se realizó conforme al método potenciométrico, en una dilución 1:10 con agua previamente hervida y fría, se hidrato, trituro la muestra con mortero y se filtró con una gasa de algodón. Para la medición se utilizó un pH-metro marca HANNA instruments HI2216, calibrando previamente con disoluciones tampón de pH 7.02, 4.00 y 10.0 a 25°C.

Acidez Total Titulable

La determinación de acidez total titulable (AT) se realizó por titulación potenciométrica, se adaptó el método de Bett-Garber *et al*, (2015) usando una solución de NaOH 0.1N hasta un pH de 8.7 ± 0.2 según estandarización previa realizada en el laboratorio. El resultado obtenido se expresó como % de ácido cítrico.

Humedad

Determinación del porcentaje de Humedad: se utilizó el método termogravimétrico, para lo cual se tomó el peso de una charola de aluminio vacío a peso constante, se colocó 1g de la muestra y se puso a secar a 112 °C por 6 h en la estufa hasta peso constante. Una vez seco, se pesó (Balanza analítica Mettler) y se calculó el % de humedad (Cuello *et al*; 2017).

Cenizas

Determinación de Ceniza: Para la determinación de ceniza se empleó el método gravimétrico. Se tomó un crisol vacío a peso constante en el cual se colocó 1 g de muestra. La muestra se deshidrató en una estufa a 112 °C por 6 horas; posteriormente se pasó a la mufla (MSL1400, China) por 5 h a 600 °C hasta la aparición de cenizas blancas; se dejó enfriar la muestra y se pesó para determinar el % de cenizas (Cuello *et al*, 2017).

Azúcares totales

La determinación de azúcares totales, reductores y no reductores, se adaptó al método 31.036 de la AOAC (1980) y Valle-Guadarama (2012). Se tomaron muestras de 5 g del snack para hacer un macerado con agua destilada y clarificarlas con acetato de plomo a 45 % y oxalato de potasio a 22 %. El extracto se sometió a un procedimiento acidificación con HCl y una neutralización con NaOH al 40%, para causar inversión de azúcares y usar la mezcla resultante para titular también las soluciones de Fehling. En forma breve, se prepararon soluciones acuosas de Fehling de CuSO₄ y tartrato de sodio-potasio-NaOH, las cuales se mezclaron 5 mL de cada una se mezclaron y colocó 50 mL de agua destilada. El extracto se empleó, por un lado, para titular la mezcla de soluciones de Fehling y determinar contenido de azúcares reductores con base en la estandarización con glucosa de lo cual se

determinó el contenido de azúcares totales. Finalmente, a partir de la diferencia entre azúcares totales y reductores, se obtuvo el contenido de azúcares no reductores. Los resultados se expresaron en gramos por cada 100 g de muestra.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias de tratamientos (Tukey, 0.05) mediante el paquete estadístico SAS. Todas las evaluaciones se realizaron por triplicado.

RESULTADOS

Determinación de humedad, cenizas, pH, SST y AT

En la Tabla 2, se observan los resultados de humedad y cenizas para la formulación fresca de acáchul, con valores de 56.43 ± 0.07 %, mostrando diferencias significativas ($p < 0.05$) según Tukey para la mezcla acáchul-arándano y arándano. Para las formulaciones deshidratadas (snack) en las tres formulaciones no hubo diferencia significativa.

El análisis de cenizas, detectó para las formulaciones en fresco, un valor de 1.07 ± 0.05 % en el acáchul con diferencias significativas en la formulación del arándano y la mezcla. Para las formulaciones deshidratadas, el acáchul tuvo un valor de 0.42 % y en la mezcla con en el arándano solo no hubo diferencia significativa.

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados obtenidos de pH, SST y AT para las formulaciones estudiadas de arándano, mezcla acáchul-arándano y acáchul, en fresco y snack. El acáchul en snack (deshidratado), tuvo un pH de 3.68 ± 0.03 , mostrando diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de medias de Tukey, con el arándano solo y la mezcla (que no mostraron diferencias significativas); para el caso de la formulación en fresco, el comportamiento fue similar a lo encontrado en deshidratado (Figura 1).

El análisis de los SST en el acáchul en snack tuvo valor de 14.21 ± 0.71 , con diferencias significativas para la formulación sola del arándano y la mezcla (Figura 2). Se detectó que los SST de las tres formulaciones para la fruta en fresco fueron diferentes (Tabla 2). La acidez titulable para el acáchul en snack tuvo valores de 2.99 ± 0.23 % de ácido cítrico, con diferencias significativas en la formulación sola del

arándano y la mezcla; un comportamiento similar se identificó para la formulación en fresco (Figura 3).

En la Tabla 3, se observan los resultados de azúcares totales en la formulación fresca obteniendo valores 13.8 ± 0.05 y con diferencias significativas en la mezcla y el acáchul. Un comportamiento similar, se presentó en arándano en snack con un valor de 24.65 ± 0.05 .

Tabla 2. Resultados de los Análisis Físicoquímicos en las formulaciones frescas y deshidratadas de los frutos rojos

Formulación	pH		Sólidos Solubles Totales (°Bx)		Acidez Titulable (AT)	
	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada
Arándano	3.74±0.08a	3.43±0.07a	13.29±0.11a	18.62±0.89a	0.28±0.06a	1.45±0.21a
Arándano/Acáchul	3.84±0.03a	3.58±0.09a	10.44±0.61b	16.94±0.98a	0.43±0.02b	1.95±0.07b
Acáchul	4.12±0.16b	3.68±0.03b	8.38±0.10c	14.21±0.71b	0.51±0.08b	2.99±0.23c

Los resultados se muestran como el promedio \pm la desviación estándar de tres réplicas experimentales, las medias en cada columna con diferentes literales representan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Tabla 3. Resultados de los Análisis Físicoquímicos en las formulaciones frescas y deshidratadas de los frutos rojos

Formulación	Humedad		Cenizas		Azúcares Totales	
	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada	Fresca	Deshidratada
Arándano	46.15 \pm 0.03b	10.46 \pm 0.02a	0.54 \pm 0.04a	0.12 \pm 0.03a	13.80 \pm 0.05a	24.65 \pm 0.05b
Arándano-Acáchul	41.25 \pm 0.05b	9.31 \pm 0.3a	0.79 \pm 0.07b	0.29 \pm 0.02a	7.89 \pm 0.03c	20.60 \pm 0.08a
Acáchul	56.43 \pm 0.07a	8.64 \pm 0.02a	1.07 \pm 0.05c	0.42 \pm 0.09a	11.98 \pm 0.07b	22.64 \pm 0.04a

Los resultados se muestran como el promedio \pm la desviación estándar de tres réplicas experimentales, las medias en cada columna con diferentes literales representan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

La formulación de la muestra fresca de acáchul tuvo valores de humedad de 56.43 ± 0.07 mientras que en el caso del snack los valores fueron de 8.64 ± 0.02 ; este comportamiento de disminución de humedad se presentó en las formulaciones de acáchul-arándano y arándano. De acuerdo con este comportamiento de humedad en los snack Merino- Darquea (2002) encontró el mismo comportamiento de pérdida de agua hasta valores de 5.44 ± 0.03 en snacks de frutas.

El contenido de cenizas presentes en las formulaciones deshidratadas en el caso del acáchul tuvo un valor de 0.42 ± 0.09 , el valor obtenido es muy cercano a lo reportado por Flores-García (2019) quien reporta valores de 0.66 ± 0.001 . Minakschhi Karki, (2011) reportó que los minerales presentes en arándano son calcio, potasio, sodio, magnesio y fósforo.

La formulación de acáchul y arándano mostraron diferencias significativas en el pH, SST y AT en fresco y en snack (Tabla 2). En la muestra de acáchul fresco Flores-García, *et al.* 2019, reportaron valores de pH (4.2 ± 0.1) similares a los que se obtuvieron, excepto para SST (17.7 ± 0.05 %) donde se encontraron valores de 8.38 ± 0.10 (Tabla 2). Joaquín-Cruz, *et al.* 2015, identificó que los SST en la fruta de acáchul tuvo valor de 9.7 ± 1.1 que concuerda con los valores obtenidos. Para el arándano en fresco los valores de pH (3.75 ± 0.08) y SST (13.3 ± 1.4) son similares a los reportados por Joaquín-Cruz, *et al.* 2015. El comportamiento de la AT para el acáchul (2.56 ± 0.03) y el arándano (0.61 ± 0.08) fueron diferentes (Joaquín-Cruz, *et al.* 2015) a las que se obtuvieron ya que el resultado se expresa como % de ácido tartárico, siendo coincidente en que es más ácido el acáchul que el arándano.

El comportamiento de las variables evaluadas pueden estar influenciadas por el cultivar, el estado de madurez de las frutas y los factores ambientales, tal como fue observado por Cordenunsi, do Nascimento *et al.* 2002, quién reportó un rango de 0.57% a 2.26% para la acidez titulable de seis cultivares de fresa.

Para la evaluación del snack se observó que el arándano fue quien mostró mayor contenido de SST (18.62 ± 0.89) y menor acidez (1.45 ± 0.21) comparada con el acáchul.

La calidad y el sabor de los arándanos depende de sus sólidos solubles (principalmente azúcares), acidez titulable (ácidos orgánicos), firmeza del fruto y capacidad antioxidante. La acidez titulable es un factor importante de calidad relacionado con el sabor de los arándanos. Si la acidez es demasiado baja, el producto puede insípido y poco atractivo. La acidez y el dulzor titulables varían entre las especies de arándanos debido a su composición química (Minakschhi Karki, 2011).

Los azúcares presentes en frutos como el arándano reportado por Jia et al. (2020) son glucosa, fructosa y sacarosa, que se correlacionaron positivamente con el contenido total de azúcar. En las formulaciones se obtuvieron valores de 13.80 ± 0.05 en el arándano fresco y 24.65 ± 0.05 . Los valores concuerdan con Merino-Darquea (2002) que reporto valores de 10 a 15 %.

CONCLUSIONES

Se identificó que el snack de arándano-acáchul mantiene las características fisicoquímicas idóneas de SST, acidez y pH que lo hace un alimento funcional prometedor.

Los mejores niveles de aceptación que se obtuvieron en el snack fue la mezcla arándano-acáchul y arándano. Los snacks de frutas desarrollados forman una alternativa alimenticia en el consumidor como productos saludables y con sabor.

Figura 1. Evaluación de pH en las formulaciones frescas y deshidratadas de los frutos rojos

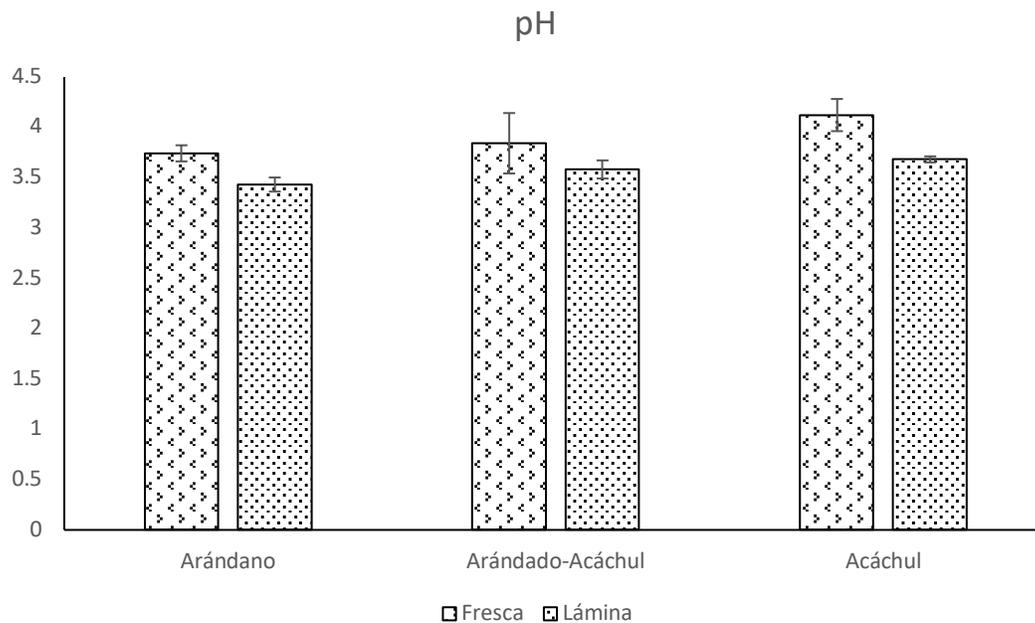


Figura 2. Evaluación de SST en las formulaciones frescas y deshidratadas de los frutos rojos

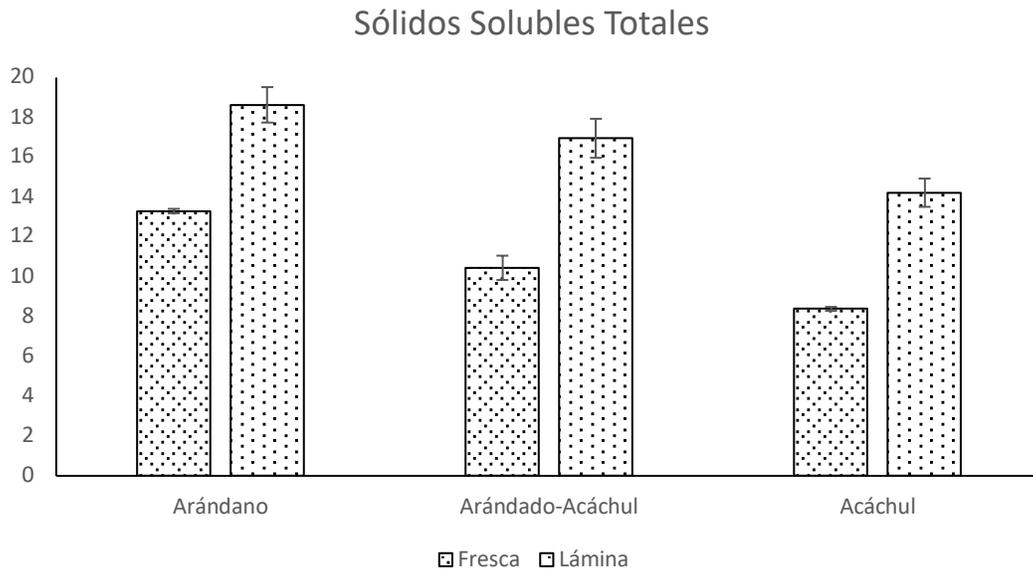
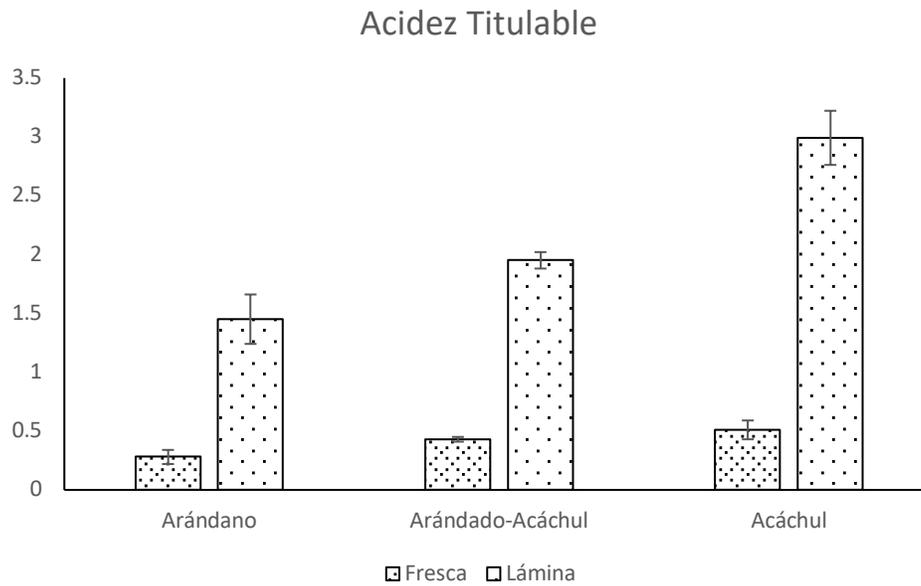


Figura 3. Evaluación de AT en las formulaciones frescas y deshidratadas de los frutos rojos



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio, G. C., Faria, F. R., Takeiti, C. Y., & Park, K. J. (2009). Rheological behavior of blueberry. *Ciência e Tecnologia Alimentaria*, Campinas, 29, 732–737.
- AOAC., Métodos de análisis de la asociación oficial de química analítica para determinar humedad, fibra, cenizas, grasa y proteína., Washington, U.S.A., Chapter 32: 1,2, 5 y 14 (2003).
- Castro, D.; Basurto, F.; Mera, L. M. y Bye, R. A. 2011. Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma Chapingo. 1a edición. Texcoco, Estado de México, México. 36 p.
- Cordenunsi, B. E., do Nascimento, J. R. O., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2002). Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2581–2586.
- Cuello M., Jaramillo G. K., Canchingre E, Pérez J. C., Castro C., Cabrera O. 2017. Determinación de componentes nutricionales presentes en las hojas secas de *Annona muricata* L. (Guanábana). *Revista CUMBRES*. 3(1). 09 – 16 pp.
- Flores-García, A., Márquez-Meléndez, R., Salas, E., Ayala-Soto, G., Salmerón, I. and Hernández-Ochoa, L. 2019. Physicochemical and Sensory Characteristics of a Chagalapoli Fruit (*Ardisia compressa*) Beverage Fermented Using *Saccharomyces cerevisiae*. *Hindawi International Journal of Food Science*. Volume 2019, 1-9. Article ID 9687281.
- González De Mejía, E., S. Chandra, M.V. Ramírez-Mares & Wang W., (2006). Catalytic inhibition of human DNA topoisomerase by phenolic compounds in *A. compressa* K. extracts and their effect on human colon cancer cells. *Food Chem. Toxicol.* 44: 1191-1203.
- Ibarra-Manríquez, G., & Tenorio-Cornejo, G. (2010). Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*, 90, 51–104.
- Jácome-Hernández, S. P. 2012. “Propiedades antioxidantes y estabilidad de una bebida elaborada a partir del fruto de capulin (*Ardisia compressa*),” “[M.S. Tesis],” Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Jia ZHANG, Ji-yun NIE, Jing LI, Hui ZHANG, Ye LI, Saqib FAROOQ, Syed Asin Shah BACHAaJie WANG. 2020. Evaluación de la composición de azúcares y ácidos orgánicos y sus niveles en arándanos altos de dos regiones de China. *Journal of Integrative Agriculture* Volume 19, Issue 9, Septiembre de 2020, páginas 2352-2361.

- Joaquín-Cruz, E., Dueñas, M., García-Cruz, L., Salinas-Moreno, Y., Santos-Buelga, C., García-Salinas, C. 2015. Anthocyanin and phenolic characterization, chemical composition and antioxidant activity of chagalapoli (*Ardisia compressa* K.) fruit: A tropical source of natural pigments. *Food Res. Int.* 70,151-157.
- Bett-Garber, K. L; Jeanne M. Lea, Michael A. Watson, Casey C. Grimm, Steven W. Lloyd, John C. Beaulieu, Rebecca E. Stein-Chisholm, Brett P. Andrzejewski, and Donna.
- Marshall. A. 2015. Flavor of Fresh Blueberry Juice and the Comparison to Amount of Sugars, Acids, Anthocyanidins, and Physicochemical Measurements. *Journal of Food Science* Vol. 80, Nr. 4.
- USDA National Nutrient Database, (2006). Composition of Blueberries. Retrieved from
<http://www.blueberry.org/Nutrition2.pdf> [August 2011).
- LÓPEZ-YERENA, A., GUERRA-RAMÍREZ, D., VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, A. Y. y GONZÁLEZ-LÓPEZ, J. 2017. Determinación del potencial nutracéutico de frutos de *Ardisia compressa* K. colectados en Xicotepec de Juárez, Puebla. *Revista de Sistemas Experimentales* Marzo 2017 Vol.4 No.10 49-56.
- Neffe-Skocinska, K., Sionek, B., Scibisz, I., and D. KolozynKrajewska, 2017. Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on hysicochemical, microbiological and sensory properties, *CyTA – Journal of Food*, vol. 15, no. 4, pp. 01–607.
- Martínez-Navarrete N., Camacho Vidala M. M & Martínez Lahuertab, J. J., 2008. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética* 12(2):64-8.
- Merino- Darquea, F. S. 2002. Elaboración de Láminas de Fruta (“fruit leathers”) a partir de pulpa de Murta (*Ugni molinae* Turcz) congelada. Tesis de Licenciatura. Universidad Austral De Chile. Valdivia Chile.
- Minakschhi Karki, 2011. Evaluation of fruit leathers made from New Zealand grown blueberries A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science at Lincoln University, New Zealand 1-112p
- Ramirez-Mares, Marco Vinicio; Kobayashi, Hideka; de Mejía, Elvira González. 2016. efecto inhibitor de los extractos de té de *Camellia sinensis*, *Ilex paraguariensis* y *Ardisia compressa* sobre la proliferación de células de carcinoma escamoso de cabeza y cuello humanos. *Informes de toxicología*, ISSN: 2214-7500, Vol: 3, Página: 269-278

- Salvador Valle-Guadarrama, Xóchitl G. Ruiz-Sánchez, Crescenciano Saucedo-Veloz, Adalberto Gómez-Cruz y Lila M. Marroquín-Andrade. 2012. Comportamiento postcosecha de frutos de ilama (*Annona diversifolia*) en madurez comestible almacenados en atmósfera modificada. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 35 (Núm. Especial 5): 75-81.
- Shiow Y. Wang; Hangjun Chen; Mary J. Camp; Mark K. Ehlenfeldt. 2102. Componentes flavonoides y su contribución a la actividad antioxidante en cultivares e híbridos de arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade) *Food Chemistry*, Vol: 132, Edición: 2, Página: 855-864.
- Vázquez-Sánchez, Alma Yolanda; Aguilar-Zárate, Pedro; Muñiz-Márquez, Diana Beatriz; Wong-Paz, Jorge Enrique; Rojas, Romeo; Ascacio-Valdés, Juan Alberto; Martínez-Ávila, Guillermo Cristian G. 2019. Effect of ultrasound treatment on the extraction of antioxidants from *Ardisia compressa* Kunth fruits and identification of phytochemicals by HPLC-ESI-MS. *Heliyon* 5. Número 12.
- Vázquez-Sánchez A.Y., Aguilar-Zárate, P., Muñiz-Márquez D. B., Wong-Paz J. E., Romeo-Rojas, J. A. Ascacio-Valdes, G., Martínez-Avila., G. C. G. Effect of ultrasound treatment on the extraction of antioxidants from *Ardisia compressa* Kunth fruits and identification of phytochemicals by HPLC-ESI-MS. *Heliyon* 5 (2019) e03058, 1-7.
- Whitney, E., & Rolfes, S.L., (2011). *Understanding Nutrition*. Twelfth Edition. Wadsworth Cengage Learning, Belmont, USA
- Zamora-Ros R, *Epidemiology* 2013; Cassidy A. High Anthocyanin Intake Is Associated With a Reduced Risk of Myocardial InfarcPon in Young and Middle--Aged Women *Circula.on.* 2013;127:188-196.

IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ALIMENTOS PARA GANADO

ALFREDO ALBERTO GONZÁLEZ REYES,¹ ADAHI CONTRERAS FLORES,² SAÚL GARCÉS MEJÍA.³

RESUMEN

La Presente Investigación es desarrollada en una planta de alimentos para ganado, y tiene la finalidad fundamental de reducir al mínimo posible los accidentes dentro de dichas instalaciones.

Para ello, se aplican Herramientas de Ingeniería industrial tales como los modelos de: Ishikawa, Pareto, Brain Storming (lluvia de ideas), las 5W + 1H, Los 5 ¿Por qué? y las 5's

Derivado de lo anterior, se determinaron las siguientes acciones:

- Elaborar un programa integral de seguridad e higiene industrial.
 - Para motivar y crear conciencia al personal a cumplir disposiciones de seguridad industrial mediante buenas prácticas y pláticas motivacionales
 - Generar competencias para establecer y dar seguimiento de estrategias encaminadas a que se reduzcan los accidentes laborales,
 - Crear un ambiente laboral sano, para que también colabore tanto a la reducción de accidentes, como a mejorar la productividad de la instalación en un futuro a mediano plazo.
 - Cumplir con lo estipulado en materia legal ante la secretaría del trabajo y previsión social en materia de seguridad y salud en el trabajo.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
alfredo.gonzalez03@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

ABSTRACT

This Investigation is developed in a livestock feed plant, and its main purpose is to minimize accidents within said facilities.

For this, Industrial Engineering Tools are applied such as the models of: Ishikawa, Pareto, Brain Storming (brainstorming), the 5W + 1H, The 5 Why? and the 5's

Derived from the above, the following actions were determined:

- Prepare a comprehensive industrial hygiene and safety program.
 - To motivate and raise awareness among staff to comply with industrial safety provisions through good practices and motivational talks
 - Generate competences to establish and monitor strategies aimed at reducing workplace accidents,
 - Create a healthy work environment, so that it also collaborates both to reduce accidents and to improve the productivity of the facility in the medium term future.
 - Comply with what is stipulated in legal matters before the secretariat of labor and social security in matters of safety and health at work.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo es referente alproyecto de elaboración de un programa de seguridad e higiene industrial acorde a las actividades dentro de una planta de fabricación de alimentos balanceados para ganado

Dicho programa es vital que cuente con un sustento sólido en su elaboración, de tal forma que garantice la reducción sustancial de los incidentes relacionados con la seguridad industrial, los accidentes dentro de la instalación, pero sobre todo y como una consecuencia lógica de los dos anteriores resultados, el incremento en la productividad de la instalacion, para lo cual se determinan las siguientes acciones mediáticas:

- ❖ Verificar que la organización proporciona a sus trabajadores el equipo de protección personal adecuado. Pero que además éstos los utilicen.
- ❖ Revisar que en todos los procedimientos operativos, se agreguen las medidas de seguridad y prevención de accidentes en concordancia con cada uno de ellos.

- ❖ La detección de condiciones inseguras dentro de las instalaciones y el incurrir en actos inseguros por parte de los empleados.
- ❖ Elaborar programa de capacitación congruente con los objetivos y metas en materia de seguridad e higiene industrial de la planta.

METODO

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Verificar que la organización proporcione a sus trabajadores el equipo de protección personal adecuado.

Para tal fin, se toma como referencia la norma oficial mexicana NOM-017-STPS-2008 (Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo).

Con dicho documento, se comparan las características y especificaciones técnicas de los implementos, y así analizar que éstos sean adecuados tanto en cantidad como en calidad.

Además se realizarán inspecciones aleatorias a las diferentes áreas para hacer patente que los trabajadores cumplen con la obligación de usar adecuadamente estos dispositivos.

También se considera de suma importancia, brindar capacitación adicional para quien no le guste emplear estos dispositivos, esto con el fin de sensibilizar sobre las consecuencias de continuar con esa actitud.

REVISION DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS.

Esta acción tiene 2 fines, el primero es su actualización, pero el objetivo principal es que en cada uno de estos procedimientos operativos, a fin de identificar dentro de la redacción de los mismos, actividades críticas relativos a la exposición a un riesgo latente. También que en los mismos documentos, sean agregada las medidas de seguridad y prevención de accidentes.

RECORRIDO E INSPECCION EN TODA LA PLANTA

A fin de detectar condiciones inseguras se lleva a cabo un minucioso recorrido a fin de inspeccionar detenidamente las instalaciones y las actividades. Para ello se apoyará con el modelo AST (análisis de seguridad en el trabajo)

El AST es un Análisis de Seguridad en el Trabajo y consiste en distinguir y examinar todos los pasos que implica la ejecución de un trabajo, para identificar los riesgos que pueden amenazar la seguridad del trabajador, así como de la planta. Esto permite ver qué tan riesgoso es el trabajo y ayuda a los trabajadores implementando las medidas necesarias para protegerlos de posibles accidentes.

El AST consta de cinco pasos fundamentales a seguir:

1. Identificar los pasos básicos del proceso de trabajo
2. Analizar los pasos y ponderar riesgos
3. Identificar responsables de la ejecución del trabajo
4. Desarrollar un plan para mitigar riesgos
5. Desarrollar un plan de reacción en caso de emergencias

Por más cuidado y control que se tenga, los incidentes ocurren. Para estos casos, también es necesario contar con un plan de reacción inmediata; éste debe considerar desde conocer los números de emergencia, hasta procurar que el personal tenga conocimientos de primeros auxilios.

Posterior a la aplicación de esta técnica, se elabora un programa formal para la corrección de dichas condiciones y las medidas preventivas que no permitan la recurrencia.

Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST)				(Logo)
Empresa:				
Departamento:				Fecha:
Trabajo a Realizar:				
Análisis de Seguridad de los Trabajos (AST)				
Actividades a realizar	Responsable del trabajo	¿Requiere PPTR? (Si o No)	Riesgos durante las actividades	Control de Riesgos
Equipos y herramientas especiales:				
Grupo Multidisciplinario de AST:				
Firmas				
Autoriza Ejecución del Trabajo		Valida el AST		Valida el AST
Autoridad de la Instalación		Jefe de quien fungirá como Supervisor		Supervisor

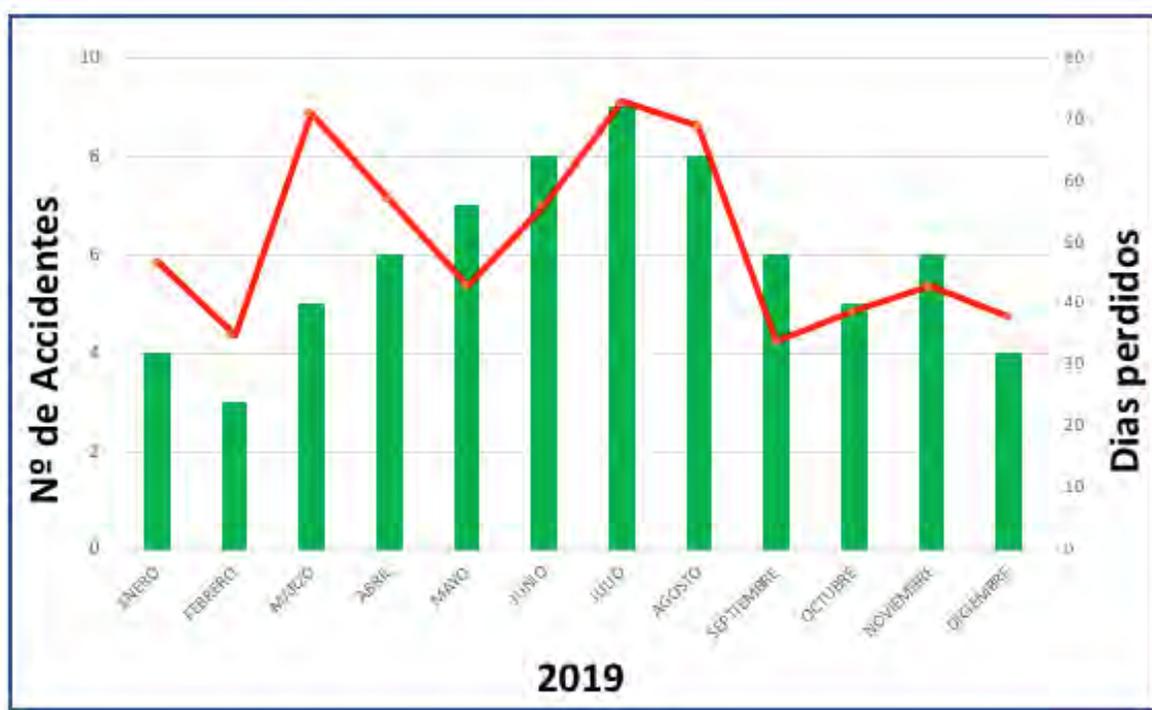
ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CAPACITACION, MOTIVACIÓN Y FOMENTO A LA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

Este programa deberá incluir eventos tales como platicas motivacionales, periodos de entrenamiento y publicidad en todas las áreas con carteles, pendones y folletos. Esto con la finalidad de crear conciencia, y construir en el personal y directivos una cultura de la prevención de accidentes con miras a fortalecer y mejorar el clima organizacional y que estos buenos métodos, los trabajadores los puedan extrapolar hacia sus familias y la comunidad.

Deberá tomarse en cuenta en específico la capacitación y entrenamiento de personal voluntario que desee cooperar como brigadista habilitado en combate de incendios y primeros auxilios, para en caso de sucederse alguno de estos evento, pueda apoyar inmediatamente a sus compañeros mientras llega la ayuda especializada.

CONCLUSIÓN

El año 2019, se tuvo la siguiente estadística relativa a los accidentes ocurridos y los días perdidos derivados de estos accidentes:



En total fueron 71 accidentes ocurridos, y como consecuencia de éstos, hubo 605 días perdidos por incapacidad médica.

Con todas las acciones realizadas este año, se espera reducir al menos un 20 % tanto de accidentes como de días perdidos.

Traducido en número, se pronostican cuando mucho, 57 accidentes, 484 días perdidos.

Se establece un reglamento de seguridad:

REGLAMENTO INTERNO, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES.

Artículo 1: El presente reglamento tiene por objeto regular las condiciones generales de higiene y seguridad en que deberán ejecutarse las labores de los trabajadores de la planta de fabricación de alimentos balanceados para ganado, con el fin de prevenir y proteger su vida, su salud, y su integridad física.

Artículo 2: Para los efectos de este reglamento se entiende por lugar de trabajo todo aquel en que se efectuó trabajos industriales agrícolas comerciales o de cualquier otra índole.

Artículo 3: Todo patrón o su representante, intermedio o contratista debe adoptar y poner en los lugares de trabajo las medidas adecuadas de seguridad para proteger la vida, la salud y la integridad corporal son sus trabajadores, especialmente en lo relativo.

- ♣ A las operaciones y procesos de trabajo.
- ♣ Al asumir, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- ♣ A las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales.
- ♣ A la colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones de las máquinas y de todo género de instalaciones.
- ♣ Los empleados de la empresa deben tener apego a las normas internas correspondientes a sus áreas.
- ♣ Entrar a la empresa con buena presentación, en caso de los caballeros: cabello corto, afeitados, no traer perforaciones, arracadas ni tatuajes. de lo contrario el empleado será regresado con falta injustificada.

- ♣ Prohibido presentarse a la empresa con aliento alcohólico o bajo la influencia de alguna droga.
- ♣ Prohibido el uso de estupefacientes o de bebidas alcohólicas durante la operación.
- ♣ No se usarán los bienes de la empresa para fines personales.
- ♣ Hacer un uso adecuado de los bienes de la empresa, en caso de maltrato o pérdida de alguno, este será descontado al responsable. no se atentará contra el prestigio y buena imagen de la planta, con malos comportamientos.
- ♣ Deberá mantenerse en buen orden y absolutamente limpias todas las áreas de la empresa.
- ♣ Prohibido entrar a la empresa con armas punzocortantes, ni armas de fuego.
- ♣ Se dará baja definitiva a cualquier empleado que sea sorprendido alterando de forma intencional el o los productos pertenecientes a la empresa.
- ♣ Será baja definitiva al empleado que se le sorprenda en el acto de robo.
- ♣ No se permitirá la entrada a las instalaciones a vendedores ambulantes o cobradores.
- ♣ Se tratará a los proveedores o clientes con cortesía y delicadeza especialmente en ocasiones difíciles.
- ♣ No usar, exponer o facilitar a terceros información de carácter financiero, métodos o sistemas de la empresa.
- ♣ Los proyectos de la empresa se guardan confidencialmente y no deben divulgarse ante tercero o familia.
- ♣ Queda prohibido asesorar a competidores y/o desarrollar actividades similares a las realizadas en la planta, de forma independiente o por terceros.
- ♣ Todo empleado que renuncie a esta empresa, no podrá volver a ser reintegrado a su antiguo puesto ni a cualquier otro.
- ♣ Queda prohibido promover cualquier culto religioso o la formación de grupos que alteren el orden en la empresa.

- ♣ Para plantear sus peticiones, consultas y/o sugerencias el trabajador deberá dirigirse con su jefe de área y este mismo deberá pasar estos datos a su superior.

PUNTUALIDAD Y ASISTENCIA:

- ♣ EL horario de entrada a la planta será un único turno el cual comprenderá su entrada a las 8:00 am y su horario de salida 16:00 pm.
- ♣ Todo el personal sin excepción debe registrar su entrada a la planta de acuerdo al horario asignado en cada departamento.
- ♣ Si en la revisión de los registros de entrada a labores, se encuentre que no esté registrada la entrada de la persona, será considerado como falta injustificada y se le descontara en la nómina correspondiente.
- ♣ Tendrán un tiempo de descanso de 30 min por cada 3 hrs laboradas.
- ♣ Su horario de comida será estipulado por trabajadores y jefes de cada área de trabajo.
- ♣ Los pagos serán semanales o quincenales según lo haya estipulado el representante legal de la empresa.
- ♣ Personal que no cheque su entrada se le tomara como falta injustificada.
- ♣ Un retardo es considerado a partir de 8:01 a 8:10, después de 8:11 se considera falta, a menos que entregue justificante a su jefe inmediato se le permitirá la entrada con retardo.
- ♣ Los retardos se penalizarán de la siguiente forma:
 - ♣ 3 retardos, equivalente a 1 día de salario por quincena.
 - ♣ 4 retardos, equivalente a 2 días de salario por quincena. 5 retardos, equivalente a 3 días de salario por quincena.
 - ♣ 6 retardos baja definitiva.
- ♣ Las faltas injustificadas se penalizarán de acuerdo al reglamento interno de cada área.

UNIFORME:

- ♣ A todo el personal perteneciente a la planta que se le haya entregado uniforme tendrá la obligación de portarlo de acuerdo al reglamento de cada departamento. De lo contrario no se le permitirá el ingreso a las instalaciones.
- ♣ Bajo ninguna circunstancia los uniformes podrán modificarse o alterarse.
- ♣ Es responsabilidad de la persona que porta el uniforme, su mantenimiento, limpieza y buen uso.
- ♣ El empleado debe portar su vestimenta adecuada y presentable desde los zapatos, vestir el pantalón a la cintura y no traer pantalones rotos, en caso de ser overoles deberá portar el overol de manera adecuada, no mantener abierto, ni amarrado a la cintura.
- ♣ Si el empleado pierde el uniforme, debe adquirirlo para cumplir con el reglamento interno.
- ♣ Es obligatorio el uso del equipo de seguridad conforme al área de ingreso.

Artículo 4: Todo trabajador está obligado a cumplir con las normas sobre higiene y seguridad indicaciones e instrucciones que tengan por finalidad protegerle en su vida, salud e integridad corporal cumpliendo en las condiciones que pueden generar ciertas normas.

Asimismo estará obligado a cumplir con las recomendaciones técnicas que se le den en lo que se refiere al uso y conservación del equipo de protección personal que les sea suministrado a las operaciones procesos de trabajo como la **NOM-017-STPS-2008**, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Otra de ellas sería la **NOM-026-STPS-2008**, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Con la cual los trabajadores interpretaran los puntos en los cuales están seguros, puntos en los que se presenten riesgos, los lugares donde se localicen extintores, puntos de reunión, salidas de emergencia, ruta de evacuación, etc.

Artículo 5: Se prohíbe a los trabajadores:

- ♣ Impedir que se cumplan las medidas de seguridad en las operaciones y procesos de trabajo.
- ♣ Dañar o destruir los resguardos y protecciones de maquinaria e instalaciones o removerlos de su sitio tomar las debidas precauciones.
- ♣ Dañar o destruir los equipos de protección personal o negarse a usarlos sin motivo justificado.
- ♣ Dañar, destruir o remover avisos, o advertencias sobre condiciones inseguras o insalubres. Hacer juegos o bromas que se pongan en peligro su vida, salud o integridad corporal o las de sus compañeros de trabajo.
- ♣ Portar de manera adecuada el equipo de protección personal acorde a las actividades que realice el trabajador.
- ♣ Delimitar áreas de trabajo para evitar que personal externo a las actividades de trabajo tengan algún accidente.
- ♣ No retirar los dispositivos de seguridad e higiene instalados por la empresa como extintores, alarmas, líneas de vida de acero para trabajos de altura.
- ♣ No destruir material de difusión propuesto a la prevención de riesgos
- ♣ Operar maquinarias o equipos sin la autorización correspondiente
- ♣ El trabajador deberá reportar cualquier síntoma de enfermedad profesional y de todo accidente que sufra, independiente de su gravedad.
- ♣ El patrón deberá someter a exámenes médicos a los trabajadores para constatar su estado de salud y su aptitud para el trabajo antes de aceptarlos en su empresa, una vez aceptados periódicamente para control de su salud.
- ♣ Aquel trabajador que no respete la normativa estipulada por la empresa y este reglamento, se le determinará una sanción de la siguiente manera:
 1. llamada de atención será de manera verbal advirtiéndole que si existe una segunda se levantará una sanción administrativa.
 2. llamada de atención se levantará una sanción administrativa advirtiéndole que si existe una tercera se le hará suspensión de 3 días descontando un día de sueldo.

3. llamada de atención se realizara la suspensión de 3 días laborales descontando un día de sueldo advirtiendo que si existe una cuarta se dará de baja definitiva al trabajador.
- ♣ El trabajador deberá de dar limpieza a su área de trabajo antes de comenzar sus actividades diarias, así como al finalizar su jornada diaria deberá dejar limpio y ordenado su espacio de trabajo.

Artículo 6: Todo lugar de trabajo deberá contar con una Organización de Seguridad.

- ♣ Estas organizaciones podrán constituir en comités de Seguridad integrados con igual número de representantes de los trabajadores y del patrono, necesidades y circunstancia del respectivo centro de trabajo.
- ♣ Las actividades de los comités, inspectores y comisiones se regirán por un Reglamento especial.
- ♣ El patrón, supervisores y jefes de departamento en compañía con la comisión de seguridad deberán colocar y mantener en lugares visibles avisos, carteles etc., sobre seguridad en el trabajo.
- ♣ La comisión de seguridad deberá implementar recomendaciones técnicas, con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y de eliminar los riesgos de accidentes y enfermedades y promover la adopción de medidas que protejan la vida, la salud, la integridad corporal de los trabajadores.
- ♣ El patrón y la comisión deberá de investigar las causas que hayan originado accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.

Artículo 7: La comisión de seguridad estará encargada del cumplimiento y respeto de los reglamentos de higiene y seguridad en el trabajo, así como de las recomendaciones técnicas que se brinden a los trabajadores.

Artículo 8: El patrón estará obligado a permitir y facilitar la inspección de lugares de trabajo, con el objeto de constatar que en ellos se cumple las disposiciones contenidas en el reglamento de seguridad. Así mismo estará obligado a permitir y facilitar la realización de estudios sobre condiciones de higiene y seguridad.

CAPITULO II: CONDICIONES GENERALES DE LOS LOCALES Y AMBIENTES DE TRABAJO

EDIFICIOS

Artículo 9: Los edificios que se construyan o se destinen para lugares de trabajo deben llenar en lo relativo a emplazamiento, construcción y acondicionamiento los requisitos de seguridad que establecen este reglamento y las que son reguladas por la **NOM-001-STPS-2008**, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

SUPERFICIE Y CUBICACIÓN

Artículo 10: Los locales de trabajo deben tener las dimensiones adecuadas en cuanto a extensión superficial y cubicación de acuerdo con el clima, así como las necesidades de la industria y al número de trabajadores que se encuentren laborando dentro de la planta.

PISOS Y PAREDES

Artículo 11: EL piso debe constituir un conjunto de material resistente y homogéneo, liso y no resbaladizo, susceptible de ser lavado y provisto de declives apropiados para facilitar el desagüe.

Artículo 12: Los corredores o galerías que sirvan de unión entre los locales, escalera u otras partes de los edificios deben tener la anchura adecuada de acuerdo con el número de trabajadores que deba circular por ellos y las necesidades propias de la planta.

La separación entre maquinas, instalaciones y puestos de trabajo deben ser la suficiente para que el trabajador pueda realizar su trabajo sin incomodidad y para que quede cubierto de posibles accidentes por deficiencia de espacio.

PUERTAS Y ESCALERAS.

Artículo 13: Todos los locales de trabajo deben poseer un número suficiente de puertas, de las cuales ninguna se colocara de tal forma que abra directamente a una escalera. Las escaleras que sirvan de comunicación entre las distintas plantas del edificio deben ser un número suficiente y ofrecer las debidas medidas de solidez, estabilidad, claridad y seguridad.

El ancho de puertas y escaleras deben calcularse de tal forma que por ellos pueda hacerse la evacuación total del personal, en tiempo mínimo y de manera segura.

VENTILACIÓN

Artículo 14: En los locales cerrados destinados al trabajo y a las dependencias anexas, el aire debe renovarse de acuerdo con el número de trabajadores, naturaleza de la industria o trabajo y con las causas generales o particulares que contribuyan.

El aire de estos lugares de trabajo y anexos deben mantenerse en un grado de pureza tal, que no resulte nocivo para la salud del personal.

La renovación del aire puede hacerse mediante ventilación natural o artificial, debiendo tenerse en cuenta la velocidad, forma de entrada, cantidad por hora y personas, con el objeto de que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores.

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Artículo 15: La temperatura y el grado de humedad del ambiente en los locales cerrados de trabajo, deben ser mantenidos, siempre que lo permitan la índole de la industria entre límites tales que no resulten desagradables perjudiciales para la salud.

Artículo 16: Cuando por las necesidades del trabajo este deba realizarse en locales a cielo abierto o semiabierto, tales como cobertizos, galeras, agarres y similares, debe suavizarse en lo posible en las temperaturas extremas protegiendo a los trabajadores contra las inclemencias en general y proporcionándoles los equipos adecuados que necesiten en ambos casos debe protegerse al trabajador contra la lluvia el polvo etc.

ILUMINACIÓN

Artículo 17: Los locales de trabajo deben tener la iluminación adecuada para la seguridad y buena conservación de salud de los trabajadores

La iluminación debe ser natural, disponiéndose una superficie de iluminación proporcionada a la del local y clase de trabajo, complementándose mediante luz artificial.

Cuando no sea viable la iluminación natural, debe sustituirse por la artificial en cualquier forma y siempre que ofrezca garantía de seguridad y que aplique las condiciones postuladas en la **NOM-025-STPS-2008**, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

El número de fuentes de luz, su distribución e intensidad, deben estar en relación con altura, superficie del área y trabajo que se realice.

Los lugares que ofrezcan lugares de peligro de accidente deben estar especialmente iluminados.

MOTORES, TRANSMISORES, MAQUINAS Y CALDERAS

Artículo 18: Las calderas de vapor y los recipientes sujetos a presión, deben cumplir con las condiciones de seguridad reguladas por la **NOM-020-STPS-2011**. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.

Artículo 19: Debe procurarse que los motores estén en locales aislados de los lugares de trabajo y de no ser así, de acuerdo con la potencia del mismo debe delimitar el área de la máquina y de esta manera no se debe permitir que personal no autorizado tenga acceso al manejo del equipo.

- ♣ Los motores, transmisiones, máquinas y herramientas, deben estar provistas de desembragues u otras disposiciones de seguridad similares que permitan pararlas rápidamente y de tal forma que resulten imposible la provocación de un accidente mayor.
- ♣ El patrón deberá de brindar a los trabajadores herramienta y material de trabajo adecuado a las actividades realizadas dentro de la planta.
- ♣ El operador de la maquinaria deberá reportar cualquier sonido o comportamiento extraño de la maquinaria para evitar que está presente fallos y ocasione accidentes o pérdidas de producción a la planta.
- ♣ El jefe de área deberá de capacitar a sus trabajadores para la operación correcta de la maquinaria, mostrando dispositivos de seguridad, su funcionamiento y el equipo de protección que deberá de usar al operar la máquina. Todo esto en base a la **NOM-004-STPS-1999**, Sistemas de

protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

- ♣ El trabajador deberá mantener en buen estado de conservación, funcionamiento y uso la maquinaria y las instalaciones de trabajo.
- ♣ Lubricar, limpiar o reparar maquina en movimiento a menos, que seas absolutamente necesario y que se guarden todas las precauciones indicadas por el encargado de la maquinaria.
- ♣ El patrón deberá promover la capacidad del personal en materia de seguridad en el trabajo.
- ♣ El patrón deberá facilitar la creación y funcionamiento de las comisiones de seguridad que recomienden las autoridades respectivas.

Artículo 20: Los engranajes que muestren peligro, las transmisiones por tornillos, sin fin, cremallera o cadena y ruedas de la maquinaria deben estar convenientemente protegidas para evitar atentados en contra de la salud de los trabajadores.

ELECTRICIDAD

Artículo 21: Las máquinas, aparatos e instalaciones eléctricas deben satisfacer las medidas de seguridad establecidas dentro de la **NOM-022-STPS-2015**. Electricidad estática en los centros de trabajo-Condicionde seguridad.

GENERADORES Y TRANSFORMADORES.

Artículo 22: Las máquinas, aparatos e instalaciones eléctricos situados en los lugares de trabajo deben sujetarse a las medidas de protección señaladas en él artículo 19 para motores de toda clase. En los centros productores, transformadores o distribuidores de energía eléctrica. Las medidas de seguridad deben aplicarse a la ya mencionada **NOM-022-STPS-2015**

Artículo 23: Todas las líneas conductoras de fuerza o luz eléctrica dentro de establecimiento plantas, locales, talleres, etc. Deberán estar perfectamente protegidas, aisladas y en condiciones de ofrecerle seguridad.

Las líneas conductoras de alta tensión estarán colocadas en lo, posible fuera de del alcance o contacto inmediato del personal, maquinaria o artefacto alguno, debiendo conservarse completamente protegidas.

Artículo 24: Las operaciones y reparaciones que se ejecuten en los tableros o cuadros eléctricos de interrupciones, fusibles, y control, en las máquinas y aparatos eléctricos, deben ofrecer la máxima garantía de seguridad para el personal, tanto en lo que se refieren a la construcción y disposición como a los medios preventivos varillas de materiales aislantes, guantes, etc.

LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

Artículo 25: No debe efectuarse trabajo alguno en las líneas de alta tensión, sin asegurarse antes de que haya sido convenientemente desconectadas y aisladas las secciones en que se vaya a trabajar y se tomes las medidas necesarias para que no se haga de nuevo la conexión en tanto no se hayan ejecutado los trabajos.

En todas las maquinas aparatos, líneas etc., que trabaje a alta tensión y ofrezcan grave peligro para la vida del trabajador, deben tomarse las medidas de seguridad pertinentes, de igual manera mediante carteles indicar lo siguiente:

(NO TOCAR) PELIGRO ALTA TENSIÓN.

Estos deberán de ser colocado en los lugares más visibles donde se vaya a realizar el trabajo

Artículo 26: No es permitido efectuar reparaciones o trabajo alguno en línea de alta tensión, si no es ejecutado por personal competente y responsable, familiarizado en esta clase de trabajos. El trabajador debe ser capaz de tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes o trastornos durante su trabajo.

Artículo 27: Todas las partes de equipos o aparatos que operen o estén cerca de línea conductora de corriente eléctrica, deberán conectarlas a tierra.

MONTACARGAS, GRÚAS Y ELEVADORES

Artículo 28: Los montacargas, ascensores, grúas, elevadores y aparatos similares destinados al transporte y elevación de personas, equipo y materiales, deben cumplir con lo estipulado en la **NOM-006-STPS-2014**. Manejo y almacenamiento de materiales-Condicionde seguridad y salud en el trabajo.

Artículo 29: Las cargas que transporten los trabajadores, deben de ser proporcionadas a sus condiciones físicas, debiendo tenerse en cuenta la clase, forma, el peso, volumen, distancia y camino a recorrer.

Las vagonetas, plataformas y demás vehículos dedicados al transporte de materiales, deben llevar indicación de la carga máxima que pueda soportar la cual no debe ser sobrepasada en ningún caso.

Las operaciones de carga y descarga y el transporte, deben hacerse con la debida protección para el personal y para el material transportado, empleando siempre que sea posible, dispositivos mecánicos que faciliten el esfuerzo humano.

SERVICIOS SANITARIOS

Artículo 30: Todo lugar de trabajo debe disponer de número de inodoros y mingitorios, proporcional al número de trabajadores, los cuales deben estar dotados de agua abundante y papel higiénico de ser posible con descarga automática.

El número de inodoros debe de calcularse a base de un mínimo de uno por cada veinticinco hombres y de uno por cada quince mujeres, cuando él número de trabajadores sea menor de cien. Cuando se exceda de este número deberá instalarse un inodoro adicional por cada treinta trabajadores más. Deberá estar convenientemente separados unos de otros indicando el sexo perteneciente al sanitario.

Numero de mingitorios beberá calcularse sobre la base mínima de uno por cada veinte trabajadores.

Los trabajadores que separan las cabinas deben dejar por lo menos un espacio libre de cero punto treinta centímetros de altura desde el suelo, con el objeto de permitir el lavado de los pisos.

COMEDORES

Artículo 31: Cuando por la índole del trabajo, los laborantes deban comer en los lugares de trabajo, éstos contarán con locales adecuados destinados para este propósito.

Los comedores deberán reunir las condiciones de iluminación, ventilación necesaria.

Los comedores deberán mantenerse en las mejores condiciones de aseo y limpieza.

BOTIQUÍN Y ENFERMERÍA

Artículo 32: Todos los lugares de trabajo deben tener convenientemente instalados un botiquín médico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia, de conformidad con las normas que debe cumplir la planta de fabricación de alimentos.

Cuando la importancia del lugar de trabajo o la peligrosidad del trabajador que en éstos se realiza lo exija, debe disponerse de una enfermería atendida por personal competente, para prestar los primeros auxilios a los trabajadores víctimas de accidentes de cualquier clase.

Artículo 33: Se instalará un dispensario médico cuando la empresa presente 100 o más trabajadores

De igual manera, se revisaron, analizaron, mejoraron e inclusive se propusieron los siguientes procedimientos:

- ❖ Procedimiento de seguridad en la recepción, manejo y molienda de la materia prima (pacas de Heno, alfalfa, cebada avena y tréboles)
- ❖ Procedimiento para el manejo seguro de la pala cargadora (se utiliza para trasladar las pacas de alimento al molino).
- ❖ Procedimiento para el manejo seguro de la banda transportadora que trasladará el alimento ya molido hacia cajones de la bodega en espera de ser mezclado con otros nutrientes de acuerdo a las fórmulas, según sea el tipo de ganado y la edad del mismo.

Respecto a las fórmulas, y solo para información, éstas pueden ser: maíz, soya, zilpamix (proteína utilizada como aditivo alimenticio y que se le dosifica al ganado vacuno en los últimos 30 días dentro de la engorda), salvado, pollinaza, mezcla mineral (está contenida por lo menos con fósforo, calcio, cobre, zinc, cobalto, yodo y manganeso) aceite vegetal, melaza y DDGS(son granos de destilería de maíz secado con sustancias solubles, son obtenidos al extraer el alcohol etílico mediante la fermentación con levadura, ya sea de un solo tipo de grano o una mezcla de varios de ellos)

- ❖ Procedimiento de inspección de calidad de la fórmula
- ❖ Procedimiento para el secado, deshidratación y empaqueo de las fórmulas (se elaboran pacas de 35 kilos y con estas ya formadas, se apilan 30 pacas en cada pallets para su almacenamiento y posterior traslado).
- ❖ Procedimiento de inspección de calidad y verificación del producto terminado
- ❖ Procedimiento de seguridad para trabajos de mantenimiento en alturas.
- ❖ Procedimiento de seguridad para la limpieza y mantenimiento de los Corrales
- ❖ Procedimiento de seguridad para el manejo y transporte del ganado dentro de las instalaciones o hacia el vehículo donde serán trasladados para su venta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bird, F. E., & Fernandez, E. F. (1974). Control total de pérdidas. EE.UU. International Loos Control Institute.

Bird, F. E., Germain, G. L., & Clark, M. D. (2012). Practical loss control leadership. Loganville, Georgia: Vancouver, B.C.

Chamocho Barreto, C. M. (2014). Seguridad e Higiene Industrial. Lima: Fondo Editorial Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

DNV. (1985). ADMINISTRACION MODERNA DE LA SEGURIDAD Y CONTROL DE PERDIDAS. U.S.A.

Héctor, M. R. (S/A). Obtenido de <https://hector.marinruiz.com.mx/wp-content/uploads/SHI05061710.pdf>

Keppart, N. C., & Toflin, J. (2010). Tratado de Psicología Industrial. USA: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

RESPUESTA FOLIAR Y RADICULAR DEL JENGIBRE (*Zingiber officinale*) AL EFECTO DE DOS ABONOS ORGÁNICOS ASOCIADOS CON MICORRIZAS.

SELENE HERNÁNDEZ MATA,¹ ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS,² VICENTE VILLAR ZÁRATE,³
JOSÉ MANUEL ESCOBAR GAMBOA.⁴

RESUMEN

El mejoramiento económico del país, específicamente la del pequeño y mediano productor, puede garantizarse mediante la innovación de las unidades productivas, con la introducción de cultivos no tradicionales, explorar nuevas competencias que catapulten al productor en el mercado de exportación. Una de estas opciones con gran aceptación de compra es el cultivo de jengibre mexicano (*Zingiber officinale*). Sin embargo, se encuentra limitado en rendimientos por la falta de investigación que respalde insumos que brinden beneficios en ganancia de peso del rizoma. La presente investigación se realizó con la finalidad de obtener un paquete tecnológico adecuado, que permita un aumento significativo en rendimientos y calidad del rizoma, bajo una estricta calidad orgánica, la cual brinda amplias posibilidades de mercado. El trabajo consistió en observar y documentar el incremento foliar y radicular progresivo, bajo el efecto de la aplicación de insumos orgánicos en conjunto con microorganismos benéficos. Los tratamientos consistieron en el uso de biofertilizante tipo biol y humus de lombriz asociados con micorrizas encontrándose que estas últimas constituyen un coadyuvante en la prevención y control del estrés hídrico y la carga positiva en Potasio que estos insumos representa, mejora el crecimiento radicular y del rizoma en su primera etapa vegetativa (90 días), gracias a la optimización de la síntesis de almidones durante su actividad fotosintética. Estos beneficios no implican grandes costos de producción y propicia un mejoramiento de suelo, con efectos a mediano y largo plazo.

Palabras clave: jengibre, biofertilizante, micorrizas.

¹ Ingcorp Ingeniería y Asesoría Global S.A. de C.V

² Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. roberto_190@hotmail.com.

³ Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. villavz@hotmail.com

⁴ Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. jose_escobar1996@hotmail.com

ABSTRACT

The economic improvement of the country, specifically that of the small and medium producer, can be guaranteed through the innovation of the productive units, with the introduction of non-traditional crops, exploring new competencies that catapult the producer into the export market. One of these options with great purchase acceptance is the cultivation of Mexican ginger (*Zingiber officinale*). However, it is limited in yields due to the lack of research that supports inputs that provide benefits in weight gain of the rhizome. The present investigation was carried out in order to obtain an adequate technological package, which allows a significant increase in yields and rhizome quality, under a strict organic quality, which offers wide market possibilities. It consisted of observing and documenting the progressive foliar and root growth, under the effect of the application of organic inputs in conjunction with beneficial microorganisms. The treatments consist of the use of biol type biofertilizer and worm humus associated with mycorrhizae, finding that the latter constitute an aid in the prevention and control of water stress and the positive potassium load that these inputs represent, improves root and rhizome growth in its first vegetative stage (90 days), thanks to the optimization of starch synthesis during its photosynthetic activity. These benefits do not imply large production costs and promote soil improvement, with medium and long-term effects.

Keywords: ginger, biofertilizer, mycorrhizae.

INTRODUCCIÓN

El jengibre es una planta herbácea perenne con un rizoma subterráneo fibroso con varios nudos, su piel es de color café claro y la pulpa blanco-crema muy aromático y de sabor picante, posee falsos tallos aéreos de entre 60-90 cm de altura, con hojas alternas lineales de hasta 20 cm de longitud, flores en inflorescencias apretadas, basales en el extremo de cortos escapos [1].

El jengibre pertenece al grupo de las primeras especies orientales utilizadas (*Zingiber officinale* Roscoe), procede de Asia tropical concretamente de la India y China [2].

Los rizomas del jengibre son tallos monopodiales, de hasta 50 cm de largo, achatados, enteros o divididos, los nudos son prominentes, que son las bases de las hojas escamiformes; del lado inferior de los rizomas viejos salen abundantes raicillas.

Un corte transversal de los rizomas muestra que consta de tres partes esenciales, corcho, región cortical y cilindro central.

Las capas de corcho son producidas en la epidermis y forman de cuatro a ocho estratos de células de parénquima, alargadas en sentido tangencial, que se renuevan constantemente y le dan el aspecto seco y corchoso característico.

La región cortical está constituida por parénquima de color grisáceo oscuro y contiene abundante número de células con oleorresinas y haces vasculares.

El cilindro central es amarillento y se encuentra separado del anterior por una banda más clara, la endodermis, está constituido por parénquima rico en almidón, también contiene abundante oleorresina, [7].

La limitada organización de los productores, el uso indiscriminado de agroquímicos, la falta de información, publicidad, beneficios y las pocas estrategias competitivas en la comercialización, han ocasionado que el cultivo de jengibre no haya alcanzado un desarrollo creciente, por lo que se ha mantenido en superficies y volúmenes de exportación por más de una década.

Algunos de los beneficios del cultivo de jengibre en la Cuenca alta del río Papaloapan son los siguientes:

- Apoya en la alimentación de las familias, ya que es un cultivo en creciente demanda local, regional, nacional e internacional.
- Es un cultivo anual, que se comporta como perenne, permitiendo la integración de prácticas de conservación e intercalación de otros cultivos de beneficio a la cadena trófica.
- Tiene varios subproductos. Fresco, jugo, deshidratado y actualmente liofilizado.
- Es un cultivo que soporta cualquier tipo de suelo, siempre y cuando sea drenado.

Las micorrizas (del griego myces, hongo y rhiza, raíz) representan la asociación entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes). El término “micorriza” fue acuñado por Frank, patólogo forestal alemán, en 1877, al estudiar las raíces de algunos árboles forestales. Para 1900, el botánico francés Bernard resaltó su importancia al estudiar las orquídeas. En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un micro hábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos. Ambos, hongo y planta, salen mutuamente beneficiados, por lo que la asociación se considera como un “mutualismo”. Evidencias fósiles y estudios moleculares sugieren que la asociación micorrizica se originó hace 462-353 millones de años y, desde entonces, su formación es indispensable para el éxito ecológico de la mayoría de las plantas sobre la Tierra [3].

El abono orgánico es el término usado para determinar la mezcla de materiales que se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal (estiércoles), vegetal (restos de cosechas) y restos leñosos e industriales (lodos de depuradoras) que se aplican a los suelos con el propósito de mejorar las características químicas, físicas y biológicas, ya que aporta nutrientes que activan e incrementan la actividad microbiana de la tierra, son ricos en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. [8].

El Biol es una fuente ya digerida de residuos animales a la cual al añadirle orina (animal y/o humana), se añade más nitrógeno, acelerando el proceso de compostaje, mejorando la relación carbón/nitrógeno (C/N) del mismo. Pero esto también depende del tipo de digestor. Con la correcta cantidad de materiales, la composición del Biol puede consistir de un 93% de agua y un 7% de materia seca, de la cual el 4,5% es materia orgánica y el 2,5% es materia inorgánica. El Biol también contiene nitrógeno, fósforo y potasio y también zinc, hierro, manganeso y cobre, el último de los cuales se ha convertido en un factor limitante para muchos suelos. De hecho, la forma y el contenido del Biol se estabilizan con el doble del contenido de nitrógeno, lo cual es diferente del estiércol de granja. La cantidad del

Biol resultante es más que la del estiércol de granja. Aproximadamente entre un 25 y un 30% de la materia orgánica se convierte en biogás durante el proceso de fermentación anabólica, mientras que el resto se encuentra disponible como estiércol (Biol) [4].

[5] Define que la obtención del lixiviado se hace al mismo tiempo que la elaboración de la lombricomposta. El lixiviado de lombricomposta se obtiene de la adición de agua al vermicompost, de donde resulta un líquido oscuro que posee nutrientes y microorganismos benéficos para las plantas; con este líquido se debe volver a humedecer la cama tres veces más para tener un líquido más concentrado rico en nutrientes y microorganismos. Debido a que el lixiviado es de origen orgánico no perjudica a las plantas o al suelo, si se aplica directamente, se puede aumentar la calidad y rendimiento de los cultivos. Al igual que la composta o lombricomposta se puede utilizar como un mejorador de suelos o fertilizante foliar. Se puede aplicar el lixiviado por irrigación o directamente.

A través de los años y como resultado de las actividades realizadas por diversos investigadores a nivel mundial, se han generado innumerables evidencias respecto a los beneficios, ventajas y razones relacionadas con el empleo de los abonos orgánicos. Desde el punto de vista ecológico, se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del ambiente. El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobreexplotación, siendo las consecuencias directas de estos dos eventos: la pérdida de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos y mantos freáticos, cuya producción agrícola puede ser también contaminada [6].

El presente trabajo, tiene como finalidad la evaluación comparativa de la efectividad de los fertilizantes orgánicos en asociación con el uso de micorrizas en el cultivo de jengibre mexicano, evaluando los efectos en crecimiento, desarrollo foliar y fenológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la finca 2019/JGBL/002 del proyecto de producción de Jengibre Orgánico Certificado cuyo operador es el Ing. Juan Gabriel Barajas López, ubicada la localidad Cerro Caballo, Municipio de Santa María Jacatepec, Estado de Oaxaca, en el periodo del mes de julio al mes de septiembre de 2019. Está asesorado por la empresa Ingcop IngenierÍA y Asesoría Global S.A. de C.V. en colaboración con el Tecnológico Nacional de México campus Cuenca del Papaloapan.

Las coordenadas de ubicación son las siguientes: 17°52'27.14"N y 96°14'42.80"O.

Figura 1: Localización del sitio de los trabajos.



Materiales:

- 5 kg de rizomas de jengibre con peso individual entre 40 y 60 gramos.
- 40 L de Biol
- 40 L de Humus de lombriz
- 2.0 Kg de micorriza *Glomus fasciculatum* y consorcios.
- Rafia

Equipo:

- Flexómetro
- Vernier electrónico
- Bomba mochila
- Colador

Considerando la unidad experimental establecida y dependiendo de las condiciones geográficas, se determinó utilizar un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con un arreglo mediante cuadrantes. Los tratamientos evaluados dentro de este diseño fueron tres: la utilización de biofertilizante como tratamiento uno, humus de lombriz como tratamiento dos y micorriza sucesivamente como tratamiento tres, seleccionados mediante un proceso de aleatorización.

Cuadro 1: Dosificación de cada uno de los tratamientos utilizados.

Tratamiento	Dosis
Biofertilizante + micorriza	50 ml-30gr /1 litro de agua
Humus + micorriza	10ml-30gr /1 litro de agua
Micorriza	30gr / 1 litro de agua

El área experimental total establecida en dicha unidad de producción fue de 36 m². El área de cada unidad experimental fue de: 12 m² de área bruta (6 m de largo x 2 m de ancho), lo que equivale a abarcar alrededor de 30 plantas dentro de cada cuadrante aproximadamente.

Cuadro 2: Distribución de cada uno de los tratamientos utilizados.

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X

Se tomaron medidas cada 40 días de crecimiento fenológico, previo a la aplicación del tratamiento. Las variables dependientes que se consideraron fueron las siguientes:

- Altura de la planta
- Grosor promedio del peciolo por rizoma
- Crecimiento foliar

A continuación, se observa la comparativa inicial y final de las unidades experimentales empleadas:

A LOS 40 DÍAS

Altura de la planta de Jengibre (cm)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
10.6	15	33	23.6	15.2	24.1	18.3	15	21.7
28.5	23	25	17.4	17.2	26.1	24.1	17.2	18.3
25.4	21	16	16.8	33.1	38.4	35.9	22.9	25.4
18.3	16	28	16.6	30	18.2	23	31.4	25.8
32.4	35	21.7	19.2	35.9	17.4	38	24.2	24.6

Grosor promedio del peciolo por rizoma (cm)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
2.1	2.2	3.8	4.6	2.7	4.7	3.1	2.6	3.6
5.4	4.4	2.9	3.2	3.6	3.7	4.8	3.4	4.2
3.5	2.9	2.6	4.2	3.8	4.2	4.7	4.7	4.8
3.7	3.3	2.8	3.7	3.3	3.2	3.5	3.2	4.8
2.5	3.5	2.7	4.5	5.9	2.9	6.2	4.1	5.4

Numero de hojas compuestas (pza)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
2	3	3	3	2	2	2	1	4
2	2	2	3	2	2	3	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	3
2	2	2	2	2	2	2	2	4
2	2	4	2	2	4	3	3	2

A LOS 90 DÍAS

Altura de la planta de Jengibre (cm)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
28.2	34	82.5	83.3	59.7	83.2	81.5	37	59.6
75.2	88	71.2	59.2	64	68	93.5	71.9	75
74.1	49	59	77	95.1	122	103.5	49.5	96.5
61.2	55	83.1	61.5	91.5	60.9	77	68.7	92.2
45.06	96	76	75.6	115.5	65.5	104.7	49.4	92.6

Grosor promedio del peciolo por rizoma (cm)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
4.94	5.88	8.8	10.63	6.83	9.52	9.71	5.7	6.98
10.54	11.28	7.72	7.57	11.09	7.87	10.81	9.46	9.45
7.06	7.86	7.16	10.06	11.66	10.82	11.29	10.7	9.34
9.04	8.8	8.64	7.67	10.59	7.96	9	7.95	9.55
7	9.93	8.24	10.49	14.94	8.77	13.08	8.65	11.37

Numero de hojas compuestas (pza)

R1			R2			R3		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T3
5	14	17	18	9	12	7	3	21
9	12	5	21	18	5	13	14	8
17	11	11	10	21	10	6	13	12
13	17	5	17	14	16	8	15	25
10	13	18	14	5	23	16	20	12

RESULTADOS

Con apoyo de la herramienta Infostat 2019, se analizaron los datos obtenidos, obteniéndose el siguiente análisis de varianza.

Análisis de varianza

VARIABLE: ALTURA DE LA PLANTA (CM)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Medidas	15	0.41	0.32	15.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1172.81	2	586.40	4.24	0.0405
Tratamiento	1172.81	2	586.40	4.24	0.0405
Error	1659.79	12	138.32		
Total	2832.60	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=19.84403

Error: 138.3160 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
HUMUS DE LOMBRIZ + MICORRI..	61.12	5	5.26 A
MICORRIZA	79.15	5	5.26 A
BIOL + MICORRIZA	80.53	5	5.26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

No existen diferencias significativas en el empleo de los tratamientos en referencia a la variable altura de la planta (cm). Sin embargo, cualitativamente, se observó una apariencia más firme en el crecimiento del peciolo en tratamiento empleado HUMUS DE LOMBRIZ MAS MICORRIZA. El coeficiente de variación muestra un 15.98% de margen de diferenciación en la emisión de esta recomendación, la cual se considera altamente confiable.

VARIABLE: GROSOR PROMEDIO DEL PECIOLLO (CM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Medidas	15	0.30	0.18	13.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.03	2	4.02	2.57	0.1181
TRATAMIENTOS	8.03	2	4.02	2.57	0.1181
Error	18.78	12	1.57		
Total	26.82	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.11109

Error: 1.5654 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HUMUS DE LOMBRIZ + MICORRI..	8.50	5	0.56 A
MICORRIZA	8.81	5	0.56 A
BIOL + MICORRIZA	10.18	5	0.56 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

No existen diferencias significativas en el empleo de los tratamientos en referencia al grosor promedio del peciolo (cm). Sin embargo, cualitativamente, se observó una apariencia más firme en el crecimiento del peciolo en tratamiento empleado HUMUS DE LOMBRIZ MAS MICORRIZA. El coeficiente de variación muestra un 13.65% de margen de diferenciación en la emisión de esta recomendación, la cual se considera altamente confiable.

VARIABLE: CRECIMIENTO FOLIAR (NUMERO DE HOJAS)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Medidas	15	0.39	0.29	16.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.57	2	10.79	3.80	0.0528
TRATAMIENTOS	21.57	2	10.79	3.80	0.0528
Error	34.09	12	2.84		
Total	55.66	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.84387

Error: 2.8407 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MICORRIZA	8.40	5	0.75 A
HUMUS DE LOMBRIZ + MICORRI..	10.80	5	0.75 A
BIOL + MICORRIZA	11.07	5	0.75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

No se observan diferencias significativas en el crecimiento foliar, ya que en los 3 tratamientos se observa casi el mismo número de hojas. Sin embargo, la coloración foliar se tornó con mayor vitalidad en el T2, por lo que también manifestó dominancia en los resultados.

Nota: En las 3 variables dependientes, no se observan diferencias significativas al alfa 0.05. Sin embargo, en el análisis de comparación de medias, manifestó dominancia el T2.

CONCLUSIONES

- 1) El humus de lombriz en asociación con micorrizas, es la fertilización con mejores resultados en crecimiento y desarrollo foliar, ya que presentó mejores resultados en altura y grosor de tallo. Influye de forma directa en el desarrollo vascular. Su aplicación es recomendable durante los primeros 90 días de fenología vegetativa, considerando esta etapa como importante en la determinación del rendimiento de la parcela. Se observa un mejor anclaje y resistencia a factores ambientales.
- 2) Las micorrizas blindan la resistencia del maíz a factores ambientales, plagas y enfermedades. Fortalece el desarrollo radicular y vascular de la planta, mejora la calidad de los procesos simbióticos del suelo y permite prolongar su utilización, aún sin el uso de fertilizantes químicos.
- 3) La fertilización orgánica puede ser un buen coadyuvante en la mejora del rendimiento de los cultivos. Se considera un vector que facilita la velocidad de asimilación de los nutrientes a la planta, mientras que fortalece la capacidad de intercambio catiónico y vida microbiana del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INIA. (2008) Innovaciones tecnológicas y mercados diferenciados para productores de papa nativa" Huancayo-Perú. Pág. 25.
- Blanco, F; y Salas, E. (1996). Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. X Congreso nacional agronómico/II Congreso de suelos. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Costa Rica. Pág. 69.
- Camargo, et al (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria. Volumen 13 Número 7. UNAM. México. Pág. 3.
- Warnars y Oppenoorth (2014). El Biol: El fertilizante supremo. Estudio sobre el Biol, sus usos y resultados. Hivos people unlimited. Reyno Unido. Pag. 14.
- Ponce, R. J. E. (2015). Proceso de producción del lixiviado de vermicompost (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Nieto, G. A., Murillo, A. B. y Troyo, D. E. (2002). El uso de compostas como alternativa para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum*) en zonas áridas. INCI 27(8): 417-421.
- Vergara, J. (2007). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para jengibre asociado plátano. Antioquía, Colombia, Proyecto Pedagógico Productivo. Pág. 26.
- Ponce, R. J. E. (2015). Proceso de producción del lixiviado de vermicompost (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur. Pág. 18.

MÉTODO REBA COMO PROPUESTA DE MEJORA EN ÁREA DE CARGA DE UNA EMPRESA AVÍCOLA

ADELA MORALES VASQUEZ¹, CLAUDIA VELÁSQUEZ CORTÉS,² ROSA EVELIA GÁMEZ EUGENIO.³

RESUMEN

Los accidentes por sobreesfuerzo físico sobre el sistema músculo-esquelético representan un elevado porcentaje en el conjunto de los accidentes, por lo que es necesario un análisis, estudio e investigación detallada.

El presente trabajo se basa en el diseño de una propuesta para reducir los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los cargadores en el área de carga y enjaule en una empresa avícola, implementando un procedimiento de posturas, mediante el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), en el proceso de carga de pollo vivo, mediante la observación detallada de las posturas que adoptan los trabajadores en la ejecución de las tareas durante una jornada de 8 horas diarias, con el fin de reducir enfermedades músculo-esqueléticas (cuello, brazos, hombros, antebrazo, muñeca, brazo, tronco y piernas).

Palabras clave: *Riesgo ergonómico, método REBA*

ABSTRACT

Accidents due to physical over - exertion on the musculoskeletal system represent a high percentage of all accidents, so an analysis, study and detailed research is necessary.

The present work is based on the design of a proposal to reduce the ergonomic risks to which loaders are exposed in the loading and caging area in a poultry company, implementing a procedure of postures, by means of the REBA (Rapid Entire Body Assessment) method, in the process of loading live chicken, by means of the detailed observation of the postures adopted by the workers in the execution of the

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Zongolica

tasks during an 8-hour day, in order to reduce musculoskeletal diseases (neck, arms, shoulders, forearm, wrist, arm, trunk and legs).

Key words: *ergonomic risks, REBA method*

INTRODUCCIÓN

Los accidentes por sobreesfuerzo físico en el sistema músculo-esquelético, representan un elevado porcentaje en el conjunto de accidentes, por lo que es fundamental diseñar programas de actuación efectivos, que reduzcan su frecuencia. Con el fin de desenvolverse adecuadamente en el ámbito laboral, tener un mejor desempeño y competitividad, surge en el área de carga y enjaula de una empresa avícola de la región la necesidad de modificar su proceso de carga de pollo vivo, con el objetivo de adaptarse a las nuevas normas publicadas en enero del 2018 por el Diario Oficial de la Federación, donde se hace mención a la Norma Oficial Mexicana, la Secretaria del Trabajo y Previsión Social los parámetros estipulados en su norma “PROY-NOM-036-1-STPS-2017, Factores de riesgo ergonómicos en el trabajo-identificación, análisis, prevención y control. Parte 1-Manejo manual de cargas” (DOF, 2018). El presente trabajo se basa en reducir los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los cargadores en el área de carga y enjaula, implementando un procedimiento de posturas, mediante el método REBA, en el proceso de carga de pollo vivo en dicha empresa avícola. Mediante la observación detallada de las posturas que adoptan los trabajadores en la ejecución de las tareas, que se desempeñan como cargadores de pollo vivo durante una jornada de 8 horas diarias, con el fin de reducir enfermedades músculo-esqueléticas (cuello, brazos, hombros, antebrazo, muñeca, brazo, tronco y piernas).

METODOLOGÍA

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, cuyo propósito inicial fue diseñar una propuesta de mejora que permitiera la reducción de riesgos ergonómicos en el área de carga y enjaula de una empresa avícola de la región. Se utilizó la observación directa en el campo de trabajo por periodos de 8 horas, de lunes a viernes durante un mes, registrando la cantidad de peso que cargaban los

trabajadores, las posturas que utilizaban, número de vueltas y área de trabajo. Para esto se utilizó una bitácora, un croquis y fotografías, con el objetivo de analizar la información, comparándola con lo solicitado en la norma PROY-NOM-036-1-STPS-2017, Factores de riesgo ergonómicos en el trabajo-identificación y, posteriormente, realizar una propuesta utilizando el método REBA.

Se utilizó el método exploratorio para determinar, mediante una indagación exhaustiva, si los trabajadores de la empresa avícola se encontraban dentro los parámetros que determina la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y de los cuales no se tenía conocimiento hasta ese momento.

La fuente primaria utilizada para el desarrollo de esta investigación fue una bitácora, de igual forma se recurrió a la entrevista, misma que se le realizó al gerente del área de operaciones de la empresa. Como fuentes secundarias se utilizaron el croquis de la empresa, artículos de revistas científicas, libros y las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro 1: Fases del trabajo

Fase	Etapas	Actividad
Exploratoria	Recolección de información.	1. Búsqueda, revisión y análisis documental.
		2. Revisión de métodos de análisis ergonómicos.
		3. Análisis de la NOM-036-1-STPS-2017.
		4. Relación de las Normas Oficiales Mexicanas sobre ergonomía.
Construcción del modelo	Descripción de la metodología.	1. Categorías de análisis del método REBA.
		2. Descripción de las variables del contexto de utilización.
		3. Descripción de las variables de las medidas de riesgo del método REBA.
	Correlación de la metodología.	1. Relación entre las variables del contexto en método REBA.
		2. Relación entre las variables y la ponderación del método REBA.
		3. Análisis de la ponderación final del método REBA.
Instrumental	Construcción del aplicativo.	1. Desarrollo de plantillas del método REBA.
		2. Desarrollo de programación del método REBA.
	Validación del aplicativo.	1. Análisis de manipulación manual de carga con el método REBA.
		2. Tabulación y análisis de resultados.
Propuesta de mejora	Validación	1. Prueba piloto del procedimiento de manipulación de carga manual.
		2. Tabulación y análisis de resultados.
		3. Análisis y validación con la muestra pareada.

Fuente: Elaboración propia, 2020

1. Fase exploratoria.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-036-1-STPS-2017, Factores de Riesgo Ergonómicos en el trabajo-identificación, y los límites de fuerza o carga recomendadas por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social los hombres no deben sobrepasar cargas superiores a 25 kilogramos en condiciones ideales, mientras que las mujeres no deben manipular cargas superiores a 15 kg, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Masa máxima de carga en condiciones ideales (DOF, 2018)

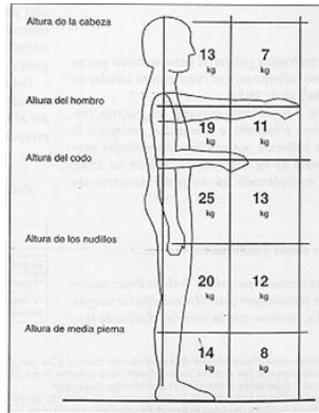
Masa Máxima Kg	Género	Edad (en años)
7	Femenino	Menores de 18
	Masculino	
10	Femenino	Mayores de 45*
15	Femenino	Entre 18 y 45
20	Masculino	Mayores de 45*
25	Masculino	Entre 18 a 45

*La masa que puede levantar o bajar una persona mayor a 45 años debe determinarse bajo un estudio de aptitud física

Referente a la estibación, es preferible manipular cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre la altura de los codos y los nudillos, ya que de esta forma disminuye la tensión en la zona lumbar. Si las cargas que se van a manipular están en el suelo o cerca del suelo se tendrá que adoptar la técnica de manejo de cargas que permitan utilizar los músculos de las piernas más que los de la espalda (Pérez Soriano, 2009).

Considera la posición de la carga con respecto al cuerpo, es decir, el alejamiento en altura y profundidad de la carga respecto al cuerpo. Cuando más alejada del cuerpo esté la carga, mayor será el riesgo de lesión, reduciéndose el peso máximo que se recomienda manipular.

Figura 1: Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).



Rodando:

Figura 2: Peso teórico recomendado, (Fuente: secretaria de Trabajo y previsión Social).



Menos de 400 kg	Bajo
De 400 kg a 600 kg	Medio
De 600 kg a 1000 kg	Alto
Más de 1000 kg	Muy alto

Figura 3: Peso teórico recomendado, (Fuente: secretaria de Trabajo y previsión Social).



Menos de 80 kg	Bajo
De 80 kg a 120 kg	Medio
De 120 kg a 150 kg	Alto
Más de 150 kg	Muy alto

Girando sobre su base (Las cargas se mueven girando/rodando los bordes de su base)

Figura 4: Peso teórico recomendado, (Fuente: secretaria de Trabajo y previsión Social)



Menos de 25 kg	Bajo
De 25 kg a 50 kg	Medio
De 50 kg a 80 kg	Alto
Más de 80 kg	Muy alto

Arrastrando/jalando o deslizando

2. Fase de construcción del modelo.

Existen diversos métodos que permiten la evaluación de riesgos asociados a la carga postural, evaluando posturas individuales o de manera grupal, REBA es un método ergonómico cuya finalidad es evaluar las extremidades del cuerpo humano. El método REBA es el producto del trabajo de un grupo de especialistas, los cuales identificaron más de 500 posturas para su análisis. Fue elaborado para poder valorar las posturas forzadas que se dan como mucha frecuencia en las tareas que permiten el análisis conjunto de posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo como brazo, antebrazo, muñeca, cuello y las piernas, tiene en cuenta también otros factores que consideran determinantes para la valoración final (Madrid, 2016, p.32).

Tal como lo indica el método REBA (evaluar posturas individuales y no conjuntas o secuencias de posturas), fue necesario seleccionar aquellas posturas que se adaptaran al tipo de trabajo desarrollado en la empresa avícola, por ello, se seleccionaron aquellas que, a un inicio, suponían un peso superior postural relacionado con la duración. La primera etapa consistió en observar las actividades que se desempeñaban en el trabajo. Se observaron varias rutinas de trabajo y se determinaron los movimientos a evaluar.

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello, el Grupo B que comprende los miembros superiores brazo, antebrazo y muñeca. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B. El valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea (Cuadro 2), de forma de valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones músculo-esqueléticas.

El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orienta al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 0, que estima la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4 que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad. (Antonio, 2015)

Cuadro 2: Nivel de riesgo

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria la actuación.
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 o 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 o 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 o 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

3. Fase instrumental.

A continuación, se muestra el análisis de la manipulación manual de la carga observada en el área de carga y enjaule de la empresa avícola. c

Tabla 2. Pesos de cargas manuales

Peso promedio de carga de pollo vivo (Macho)						
Tipo de unidad	Numero de jaulas	Numero de Aves (8)	Peso por ave	Total kg	Carga por persona	Peso por jaula
Camioneta	120	960	3	2880	360	24
Rabon	280	2240	3	6720	840	24
Rabon (2)	320	2560	3	7680	960	24
Torton	360	2880	3	8640	1080	24
Torton (2)	400	3200	3	9600	1200	24
Taller	440	3520	3	10560	1320	24
Full	720	5760	3	17280	2160	24

Peso promedio de carga de pollo vivo (Macho)						
Tipo de unidad	Numero de jaulas	Numero de Aves (7)	Peso por ave por kg	Total kg	Carga por persona	Peso por jaula
Camioneta	120	840	3.1	2604	325.5	21.7
Rabon	280	1960	3.1	6076	759.5	21.7
Rabon (2)	320	2240	3.1	6944	868	21.7
Torton	360	2520	3.1	7812	976.5	21.7
Torton (2)	400	2800	3.1	8680	1085	21.7
Taller	440	3080	3.1	9548	1193.5	21.7
Full	720	5040	3.1	15624	1953	21.7

Peso promedio de carga de pollo vivo (Macho)						
Tipo de unidad	Numero de jaulas	Numero de Aves (7)	Peso por ave por kg	Total kg	Carga por persona	Peso por jaula
Camioneta	120	840	3.2	2688	336	22.4
Rabon	280	1960	3.2	6272	784	22.4
Rabon (2)	320	2240	3.2	7168	896	22.4
Torton	360	2520	3.2	8064	1008	22.4
Torton (2)	400	2800	3.2	8960	1120	22.4
Taller	440	3080	3.2	9856	1232	22.4
Full	720	5040	3.2	16128	2016	22.4

Peso promedio de carga de pollo vivo (Macho)						
Tipo de unidad	Numero de jaulas	Numero de Aves (7)	Peso por ave por kg	Total kg	Carga por persona	Peso por jaula
Camioneta	120	840	3.3	2772	346.5	23.1
Rabon	280	1960	3.3	6468	808.5	23.1
Rabon (2)	320	2240	3.3	7392	924	23.1
Torton	360	2520	3.3	8316	1039.5	23.1
Torton (2)	400	2800	3.3	9240	1155	23.1
Taller	440	3080	3.3	10164	1270.5	23.1
Full	720	5040	3.3	16632	2079	23.1

(Fuente: Propia, 2020)

Tabla 3. Concentrado de cargas manuales

SEXO	PESO AVE	N° AVES/REJA	C/PERSONA	SEXO	PESO AVE	N° AVES/REJA	C/PERSONA
MACHO	3	8	24	HEMBRA	2	12	
	3.1	7	21.7		2.1	11	
	3.2	7	22.4		2.2	11	
	3.3	7	23.1		2.3	10	
	3.4	7	23.8		2.4	10	24
	3.5	7	24.5		2.5	10	25
	3.6	6	21.6		2.6	9	23.4
	3.7	6	22.2		2.7	9	24.3
	3.8	6	22.8		2.8	8	22.4
	3.9	6	23.4		2.9	8	23.2
	4	6	24		3	8	24
	4.1	6	24.6		3.1	8	24.8
4.2	5	21	3.2	7	22.4		

(Fuente: Propia, 2020)

El Método REBA maneja un rango del 1 al 15, el análisis realizado nos indica el riesgo en el que se encuentran los trabajadores de la empresa, obteniendo una puntuación final 13 (Figura 5). Con un nivel de riesgo alto (4) donde el Método REBA nos indica el nivel de actuación que tiene que ser inmediata, para prevenir riesgos ergonómicos a futuro.

Figura 5: Nivel de riesgo al que están expuestos los cargadores de pollo vivo

NIVELES DE RIESGO Y ACCIÓN:	
Puntuación final REBA ⁽¹⁻¹⁵⁾	13
Nivel de acción ⁽⁰⁻⁴⁾	4
Nivel de riesgo	Muy alto
Actuación	Es necesaria la actuación de inmediato

(Fuente: Elaboración propia, 2020)

4. Fase de propuesta para la mejora.

Se propone un nuevo método de manipulación de cargas manuales para reducir el grado de riesgo ergonómico. Las mediciones que se llevaran a cabo sobre las posturas adoptadas por el trabajador son angulares respecto a determinadas referencias. Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador utilizando transportadores de ángulos.

Postura de levantamiento.

Una vez que el operador ha sujetado 3 pollos vivos con la mano izquierda y 4 con la mano derecha, dobla las piernas manteniendo la espalda recta y procede a levantarse. Como se muestra en la figura 6.

Figura 6: Método incorrecto de postura de levantamiento



Figura 7: Método correcto de postura de levantamiento



Agarre.

Sujetar firmemente el pollo empleando ambas manos y manteniéndose siempre pegadas al cuerpo para tener un mejor equilibrio de la carga

Figura 8: Método incorrecto de postura de carga **Figura 9:** Método correcto de postura de carga



Depositar la carga.

El cargador se colocará en la parte lateral de la tarima, introducirá los pollos en las rejas correspondientes hasta llegar a la tercera cama. A partir de la cuarta se llenarán en el suelo

Figura 10: Método incorrecto de introducir los pollos en la reja. **Figura 11:** Método correcto de introducir los pollos en la reja



Levantamiento de reja de pollo con dos personas

El movimiento de alzado se realizará al mismo tiempo. No se podrá realizar el levantamiento.

Figura 11: Método incorrecto de cargar la reja entre dos personas



Figura 12: Método correcto de cargar la reja entre dos personas



El movimiento de alzado se realizará al mismo tiempo. No se podrá realizar el levantamiento

de la reja si uno de los colaboradores está a desnivel (pisando la reja de junto), se tendrá que hacer espacio para que se pueda realizar el procedimiento. Este paso se realizará a partir de la cuarta cama.

RESULTADOS

Se llevó a cabo la búsqueda de información que respaldara el trabajo presentado en la empresa avícola, como resultado se encontró en la página del Diario Oficial de la Federación, un artículo elaborado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social publicado en enero del 2018, donde se hace mención de los factores ergonómicos de riesgo en el trabajo, como se muestra en la figura 12. Posteriormente para poder hacer un análisis de posturas ergonómicas en el área de carga y enjaule se tuvo que realizar la búsqueda de un método que se adaptara a las necesidades de la empresa, se obtuvo como resultado el Método REBA propuesto por Sue Hignett y Lynn Mcatamney, publicado en la revista especializado Applied Ergonomist en el año 2000, donde se analizan posturas individuales del

cuerpo, se obtuvo como resultado un nivel de riesgo alto como se muestra en la figura 5. De igual manera, para poder darle solución al problema se elaboró un instructivo de carga manual, donde se estipula el procedimiento correcto que se debe de implementar al momento de hacer sus actividades. En el instructivo para el procedimiento de carga y enjaule se estipulan los siguientes puntos: objetivo, alcance, responsables, referencias, definiciones, seguridad, realización y el método, así como establecer y definir los pasos a seguir para la correcta carga de pollo vivo. Todo ello con la finalidad de prevenir actos y riesgos ergonómicos que puedan dar como resultado trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

DISCUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se pone en manifiesto el riesgo de las posturas involucradas en las tareas de manipulación de carga de pollo vivo en el área de carga y enjaule de logística integral. Por lo tanto, la información que propone Solórzano Alquicira (2012), después de ser comparada con los resultados obtenidos se puede afirmar que es correcta.

Pérez Domínguez & Sánchez Aguilera (2009), en un estudio realizado denominado “Riesgos ergonómicos en las tareas de manipulación de pacientes, en ayudantes de enfermería y auxiliares generales de dos unidades del hospital clínico de la universidad de Chile” en donde hace mención de los síntomas causados por el trabajo, caracterizados por las molestias, el daño o el dolor persistente de estructura como los músculos, nervios, tendones, articulaciones, entre otras cosas asociadas con la exposición a factores de riesgos laborales. Con base a los estudios realizados.

Como nos menciona Fonseca (2019), en su artículo llamado ergonomía y las relaciones en salud ocupacional, para promover el más alto grado de bienestar físico, mental y social de trabajador debemos:

- Cuidar la salud del trabajador para no ser dañada por las condiciones de trabajo.
- Proteger a los trabajadores de los riesgos causados por agentes nocivos.
- Promover aptitudes fisiológicas y psicológicas en el trabajador.
- Adaptar el trabajo al hombre.

Comúnmente, las normas de prevención se desarrollan una vez producido el daño y muchas de estas aparecen después del daño causado en la salud del trabajador.

TRABAJO A FUTURO

La información que se presentará a continuación se deberá poner en marcha 2 veces al año, con el fin de tener mejor control en el área de carga y enjaule:

- Hacer un estudio periódicamente del puesto de trabajo, así como de las variaciones que estos sufran en el transcurso de la vida de la empresa.
- Tener una comunicación más eficiente entre el departamento de carga y enjaule y los trabajadores para que estén enterados de los cambios, modificaciones o creación de nuevos puestos de trabajo en la granja.
- Realizar inspecciones periódicas a los puestos de trabajo y buscar anomalías en los mismos, ya sea observando o preguntando a los trabajadores sobre incomodidades o variaciones que se vayan realizando.

CONCLUSIONES

El análisis ergonómico inicia en el proceso de carga y enjaule, donde se tiene exposición a peligros ergonómicos no controlados, con un nivel de riesgo alto por levantamiento de cargas, motivo por el cual se prosiguió con su evaluación detallada.

El método REBA aplicado en la presente investigación se muestra para la evaluación de riesgos ergonómicos al que están expuestos los trabajadores que realizan la actividad de carga de pollo vivo. Con esta herramienta se pudo comprobar que existe un alto grado de riesgo ergonómico al realizar el procedimiento.

Así mismo el presente estudio, nos da como resultado los parámetros de las condiciones de la exposición al manejo manual de carga de pollo vivo, el cual al ser una carga excesiva y repetitiva se eleva el riesgo a contraer enfermedades músculo-esqueléticas, afectando a la salud a largo plazo, como se muestra el grado de riesgo al que están expuestos los trabajadores en la figura 2.

Con el procedimiento de carga propuesto, se disminuyó el riesgo ergonómico hasta un 50 %, donde se tuvo que cambiar las posturas para disminuir el desgaste.

Concluyendo que es importante implementar medidas de seguridad para adaptar el lugar de trabajo en beneficio de los trabajadores para prevenir o por lo menos controlar el desarrollo de enfermedades de tipo músculo- esquelético e incrementar la producción de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Morales, D. G., & Lojan Villa, J. E. (2015). evaluación ergonómica de los trabajadores del sistema de producción de la fábrica de embutidos piggis mediante el método REBA. Universidad de la Cuenca.
- Antonio, J. (2015). Método REBA.
- Camargo Cea, E. N. (2013). La enseñanza de la ergonomía en México. *Arcos Design*, 52(55), 115–137
- Chaves García, M. A., del Pilar Martínez, D., & López Marmolejo, A. L. (2015). Evaluación de la Carga Física Postural y su Relación con los Trastornos Musculoesqueléticos. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 4(1), 22–25. <https://doi.org/10.1063/1.358598>
- DOF. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo- Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. México: Diario Oficial de la Federación.
- Fonseca, M. G. (2019). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Revista Cubana de Enfermería*, 22, 1–6. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000400008
- Hernández Sampieri, R., Fernández collado, C., & Baptista lucio, M. del pilar. (2010). Metodología de la investigación 5ta Edición. (J. Mares Cachón, Ed.) (MCGRAW-HIL). México D.F. <https://doi.org/-> ISBN 978-92- 75-32913-9
- López, B. S. (2016). Factor de riesgo ergonómico. Retrieved from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/salud-ocupacional/riesgo-ergonomico/>
- Luttmann, A., Jager, M., & Griefahn, B. (2004). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Serie Protección de La Salud de Los Trabajadores, (5), 1–30. <https://doi.org/10.1109/14.46348>
- Madrid, S. de S. L. de C. de. (2016). métodos de evaluación ergonómica, 1, 70. Retrieved from <http://www.madrid.ccoo.es/54c00d40d3dea466094a35e6b6a867d9000045.pdf>
- Maiquiza Tituaña, F. R., & Pozo Santana, W. J. (2015). Estudio ergonómico mediante muestreo estadístico en los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba aplicando software. *Biomédica. Escuela Superior Polotécnica de Chimborazo*. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>

- Menzel, N. N., Brooks, S. M., Bernard, T. E., & Nelson, A. (2019). La carga de trabajo físico del personal de enfermería: asociación con molestias musculoesqueléticas . *Revista Internacional de Estudios de Enfermería*, 41, 2–3.
- Mestanza Tuesta, M. F. (2013). Evaluacion de Riesgos Asociados a las Posturas Fisicas de Trabajo en el Proceso de Preparacion de Equipos para un alquiler en una Empresa de Mantenimiento de Maquinaria Pesada. Universidad Nacional de Ingenieria. Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1176/1/mestanza_tm.pdf
- Minchola Gallardo, J. L., Gonzáles Veintimilla, F., & Terán Iparraguirre, J. R. (2013). Riesgos ergonómicos en la salud de los trabajadores de un centro piscícola Health risks of workers fish farming center. *Scientia Agropecuaria*, 4, 303–311.
- Pérez Campoverde, D. L. (2015). VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONOMICOS EN LA EMPRESA PASAMANERIA S.A. Universidad de Cuenca.
- Pérez Domínguez, S. A., & Sánchez Aguilera, P. I. (2009). RIESGOS ERGONÓMICOS EN LAS TAREAS DE MANIPULACIÓN DE PACIENTES, EN AYUDANTES DE ENFERMERÍA Y AUXILIARES GENERALES DE DOS UNIDADES DEL HOSPITAL CLÍNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE. Universidad de Chile.
- Pérez Soriano, J. (2009). Manual de Prevención Docente. Riesgos Laborales en el Sector de la Enseñanza. Málaga: Nau Llibres (Edicions Culturals Valencianes, S.A.).
- Ponce Serna, T. K. (2012). ANÁLISIS DE RIESGO ERGONÓMICOS EN EL PROCESO DE EMPAQUE PRIMARIO DE TABLETAS EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO. Instituto Politécnico Nacional. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2014.6901098>
- Sánchez Lite, A., García García, M., & Manzanedo del Campo, M. Á. (2007). Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo. *Quality, Health & Safety at Work and Environment*, 239–250. Retrieved from <http://www.adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/636>
- STPS. (2018). Secretaría del trabajo y Previsión Social. Factores de riesgo ergonómico en el trabajo- Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1-Manejo manual de cargas. *Diario Oficial*, 40. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018

Solórzano Alquicira, O. (2012). EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO EN EL MANEJO MANUAL DE CARGAS EN OPERADORES DE UNA PLANTA DE LAVADO DE ROPA. Instituto Politécnico Nacional. <https://doi.org/dfgdfg>

Ulzurrun Sagala, M. D., Garasa Jiménez, A., Macaya Zandio, G., & Eransus Izquierdo, J. (2007). Trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral. Gobierno de Navarra, 1, 20. Retrieved from www.cfnavarra.es/insl

Williams, A. S. (2008). Estadística para administración y economía. (C. Learning, Ed.) (10a. edici). Distrito federal.

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE UNA EMPRESA APÍCOLA A PARTIR DE ACV (ANÁLISIS CICLO DE VIDA)

GUADALUPE ARANZAZÚ ESTÉVEZ GUTIÉRREZ,¹ LIDILIA CRUZ RIVERO,²
ILSE ALEJANDRA ESTÉVEZ GUTIÉRREZ³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es realizar a partir de la metodología ACV (Análisis Ciclo de Vida) y la norma ISO 14041, un análisis del impacto ambiental que genera la producción de Vino de Miel, analizando en la etapa de inventario (IACV), las entradas y las salidas de dicho proceso, así como los intercambios entre el sistema del producto y el entorno, con el fin de determinar los puntos de generación de emisiones de CO₂ así como el desperdicio de litros de agua. El estudio se realizó en una empresa apícola ubicada en el Norte del Estado de Veracruz, México, dedicada a la producción de vino de miel y miel natural envasada, donde los procesos operativos se realizan de manera artesanal. A partir de este análisis fue posible además detectar desperdicios de materia prima en la línea de producción así como la falta de un mantenimiento adecuado al equipo.

Palabras Clave: Kaizen, optimización, desviaciones mayores, producción.

ABSTRACT

The objective of this work is to carry out, based on the LCA methodology (Life Cycle Analysis) and the ISO 14041 standard, an analysis of the environmental impact generated by the production of Honey Wine, analyzing in the inventory stage (IACV), the inputs and outputs of said process, as well as exchanges between the product system and the environment, in order to determine the points of generation of CO₂ emissions as well as the waste of liters of water. The study was carried out in a beekeeping company located in the North of the State of Veracruz, Mexico,

¹ Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
aranzazu.estev@gmail.com

² Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. lilirivero@gmail.com

³ Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
ilse.estevez.gutierrez@gmail.com

dedicated to the production of honey wine and packaged natural honey, where the operational processes are carried out in an artisanal way. From this analysis it was also possible to detect waste of raw material in the production line as well as the lack of adequate maintenance of the equipment.

Keywords: Kaizen, optimization, major deviations, production.

INTRODUCCIÓN

Las empresas en su necesidad de mejorar su competitividad, deben hacer sus mejores esfuerzos para replantear y rediseñar sus sistemas productivos de esta manera afrontar los retos de los mercados actuales. Una de las maneras de lograr este propósito es empleando técnicas prácticas que den soporte al rediseño de estos sistemas productivos. (Alarcón Falconí, 2014)

El Agronegocio se ha convertido en el eje fundamental en la economía de algunos países, sin embargo, la “eficiencia empresarial del agronegocio parte de la concepción de utilizar recursos productivos para obtener el máximo rendimiento, siendo necesario identificar como emplean las distintas empresas estos recursos” (Gúzman y De Nieves, 2013).

Por ello la productividad es la eficiencia en los procesos, son los principales factores claves, para mantenerse activa a la compañía en el mercado global, es decir ser competitiva con las demás empresas, pero debe contar con un proceso del cual debe ir de la mano los aspectos económicos y sociales con la capacidad de brindar un servicio adecuado al ecosistema, donde el principal reto de las compañías es reflejar la preocupación de los recursos naturales.

A nivel mundial, existe una problemática importante por la contaminación del medio ambiente; ocasionada en gran medida por los grandes volúmenes de residuos que se generan diariamente, por las empresas, y que no reciben un control del suministro de producción. Además, la apicultura mexicana no está exenta de los efectos que conlleva la globalización, debido a que enfrenta una disminución en la producción. (SADER, 2018)

En el Norte del Estado de Veracruz, México existe una empresa apícola dedicada a la producción de vino de miel y miel envasada; esta empresa realiza sus procesos de manera artesanal, sin embargo se prevé en un futuro establecer una línea de producción semi automatizada. El norte de Veracruz, es una región conocida como “Huasteca Alta” cuyas actividades principales son la ganadería, la agricultura y la apicultura en menor escala.

En el documento “Application of Life Cycle Assessment as a Tool For Evaluating the Sustainability of Contaminated Sites Remediation of contaminated Sites Remediation: A Systematic and Bibliographic Analysis” se mencionan un análisis bibliométrico sobre la remediación de suelos contaminados mediante la utilización de un análisis ciclo de vida, donde conduce a la temática de futuros prospectos de remediación sustentable. (Visentin, Silva, Braun, & Thomé, 2019)

Parra, Bilal & Hafiz M., (2020) presentaron una investigación sobre el análisis ciclo de vida en el tratamiento de aguas residuales; en este estudio se mencionan las diferentes energías industriales en las cuales se puede acopar con las estrategias de análisis ciclo de vida de una manera eficiente, precisa, renovable y sustentable para los procesos con una mínima contaminación con aguas residuales. Además de una apropiada designación ACV producirá también una comprensión de información para los productores, consumidores, y autoridades legislativas para practicar la aplicación de ACV, minimizando los riesgos en la salud de la sociedad. Yépez, (2018) presentó el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de Queso Mozzarella, permitiendo analizar los impactos ecológicos, sociales y económicos generados en la producción, con la finalidad de establecer estrategias de sustentabilidad de un agronegocio. Por medio del Análisis ciclo de vida, se realizó un registro de inventarios de la entrada y salida para cada fase ACV, permitiéndole conocer a la empresa los impactos de producir el kilogramo de queso Mozzarella en el ambiente, debido a que emite 0,023kg de metano (CH₄), 3.91kg de dióxido de carbono (CO₂) y 28.8 litros de agua residual. En dicho estudio se propuso una variedad de estrategias para la mejora continua y una producción sustentable por medio de un MESMIS (Evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad).

Yáñez (2017) utilizó la metodología de la norma ISO 14040, que consta de cuatro etapas que son la Definición y alcance de los objetivos, análisis del inventario, evaluación de los impactos e interpretación de los resultados, para determinar el impacto ambiental de bandejas biodegradables a base de almidón de camote y fibra de caña de azúcar a través del ACV; como resultado de este proceso se determinó que las bandejas biodegradables tienen un moderado impacto ambiental, según los datos arrojados por el software Eco it, con 402 t de CO₂.

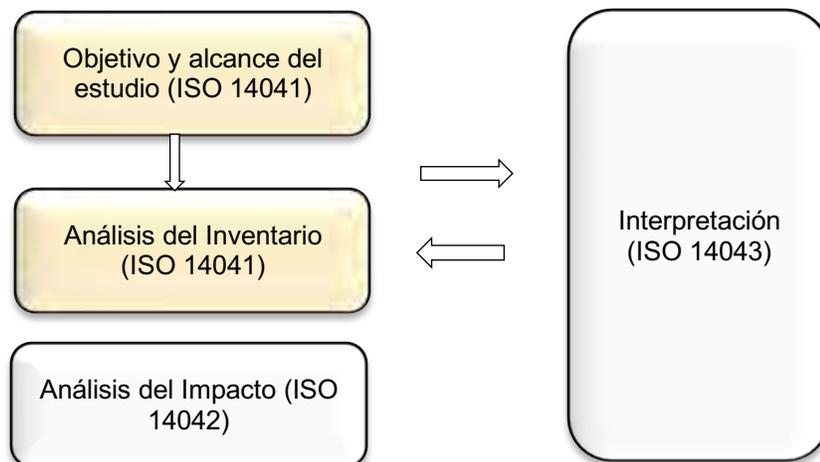
Dentro de la producción del vino de miel de la empresa APITAN existen procesos como es la extracción del néctar de las celdas desoperculadas, la centrifugación, estabilización, filtración, fermentación, reposo, almacenamiento del producto (vino) envasado, etiquetado y almacenamiento del producto. Dichos procesos causan un impacto en el ambiente, la economía y la salud de las personas.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este estudio se trabaja en el proceso de elaboración de Vino de Miel, en la empresa APITAN, de giro apícola en el norte del estado de Veracruz, en el municipio de Tantoyuca, ubicado en la región denominada Huasteca Alta. El tipo de investigación es transversal y exploratorio.

Para realizar el análisis del impacto ambiental, es necesario el uso de la norma ISO 14040, toda vez que en las normas ISO 14040, 14041, 14042 y 14043 e ISO 14049, se encuentra estructurado el lineamiento con el que se realiza el ACV. (Figura 1).

Fig. 1 Fases de la producción en Análisis Ciclo de Vida



En base a la metodología propuesta por la normatividad ISO 14040 el proyecto de ACV se divide en cuatro fases: objetivos y alcances del estudio, análisis de inventario, análisis del impacto e interpretación.

Para este trabajo se analizar hasta la etapa de inventario, que es donde se realiza la recolección de los datos, así como el cálculo de las emisiones.

En esta primera etapa (objetivos y alcance de estudio) se definen se debe establece la *unidad funcional* o de medida, dicho elemento describe primordialmente la función principal del sistema a analizar, para este caso de estudio será una unidad de vino de 500 ml.

Aunque existen se usa un software para el análisis de los datos, para la recolección de los mismos (en la etapa previa) se optó por diseñar un sistema de recolección específico para el proceso, el cual consiste en un módulo micro sd Arduino y sensores que detectan gases efecto invernadero como el CO₂.

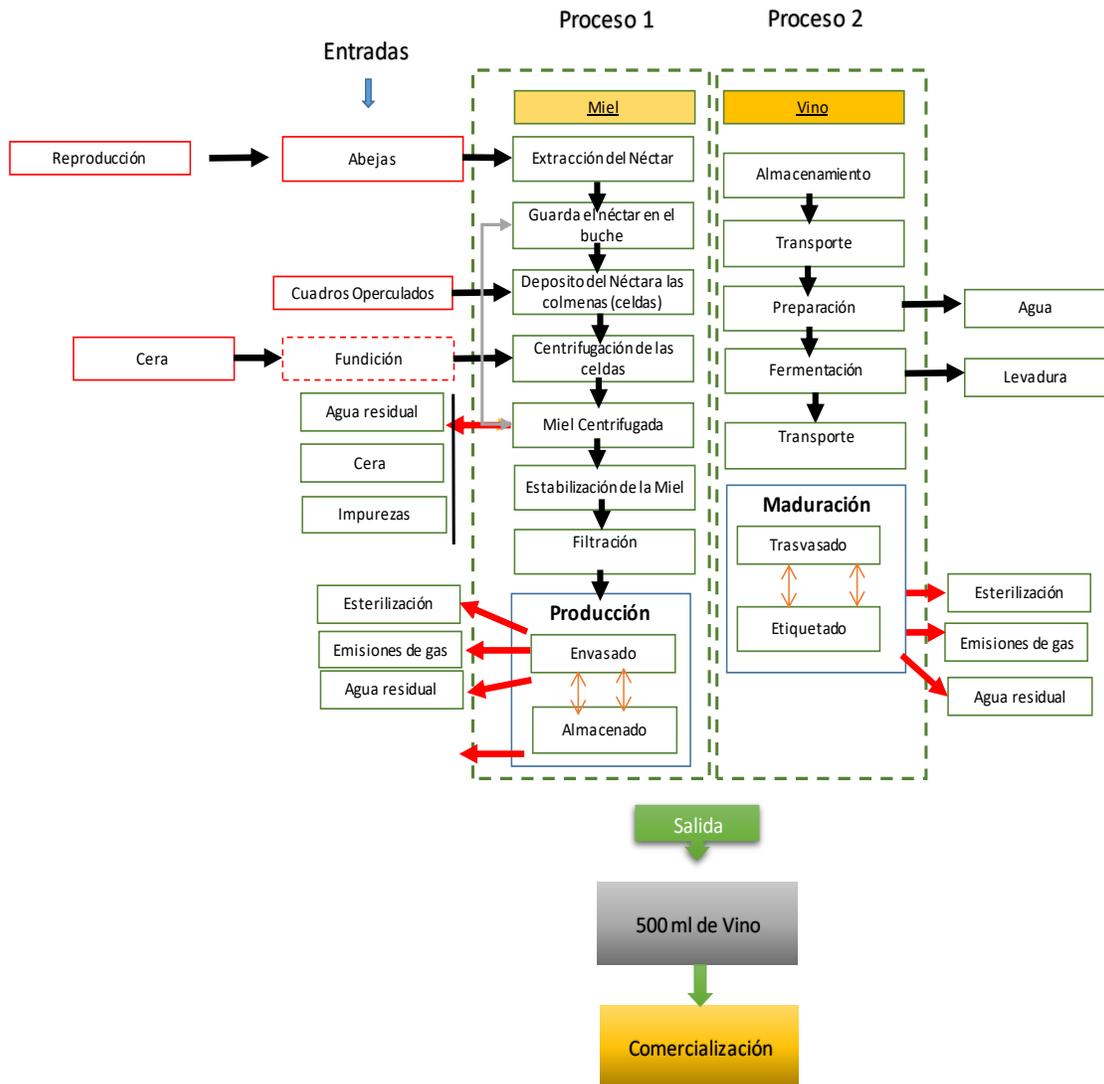
Para el desarrollo de las fases de la extracción de miel, se analizan los 5 apiarios con los que cuenta la empresa, además de que proporciona la información pertinente del proceso de la miel.

Análisis de Entradas y salidas del producto.

1. Para las entradas se debe contar con la reproducción de las abejas, en las celdas o cajas donde cuentan con unas alzas en dichos equipos la abeja deposita el néctar en el cual la duración para el llenado es de 15 a 1 mes.
2. Posteriormente se realiza el desoperculado, de los bastidores y se trasladan a una centrífuga con duración de 10 a 20 minutos dependiendo de la cantidad que miel que tenga dicho bastidor.
3. Finalizado el proceso, se procede a realizar la filtración de la materia prima para la eliminación de virutas o abejas muertas que contenga la miel, para finalmente almacenarla en un lugar cálido.

Para el proceso del vino, se procede a descristalizar la miel que este almacenada, posteriormente se hace el transporte a los tanques de fermentación durante 3 meses, esto dependerá de cuán añejo se desee el vino. Finalmente, al obtenerse su maduración se hace el trasvasado a las botellas el cual se hace de manera manual.

Figura 3. Diagrama de procesos del Vino de miel.



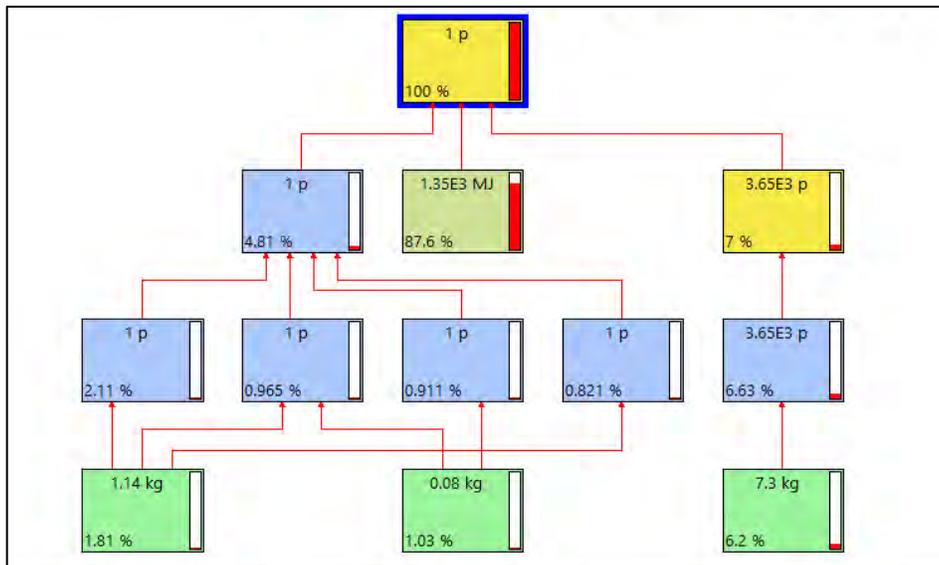
Fuente: Los Autores

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de recolectar la información en el sistema arduino con sensores, se introducen los datos en el software SimaPro Versión DEMO.

Una vez colocado los procesos de extracción de la miel, con su análisis de inventario, es decir introducir los datos históricos del proceso, nos muestra un diagrama de árbol como lo muestra la figura 4.

Fig. 410 Diagrama de árbol del proceso de la extracción de miel.



Fuente: Los Autores con SimaPro Demo

En el sistema correspondiente al apiario, el subsistema con mayor contribución de las categorías de impacto analizadas es el uso de combustibles debido al transporte de las cajas al sector de desoperculado de los bastidores, especialmente en el agotamiento de recursos fósiles (72.6%), generando una contaminación al ecosistema por medio de partículas o dióxidos de un 31.6%

Para la producción de vino de miel en una unidad de medida de 500ml, el consumo eléctrico contribuye por encima del 50% únicamente en la categoría de desoperculado (extracción de miel) y en el proceso de llenado, etiquetado, encorchado, sanitizado y llenado, debido a que el producto es artesanal. Con las 5 categorías que son: eutrofización de agua dulce (21.8%), toxicidad carcinogénica humana (15.4%), formación de partículas (14.1%), acidificación terrestre (13.1%) y agotamiento de minerales (11.7%).

Cabe mencionar que el transporte solo es destacable su contribución en la categoría de toxicidad terrestre con un 40.7%, en los demás subsistemas de la elaboración de vino, se hace referencia al consumo de agua en la producción contribuye a un 15.8%, las emisiones procedentes de la fermentación del vino (mosto) afectan únicamente al cambio climático (9%), los productos de limpieza para mantener higienizada el área de trabajo representa un 0.22% en la eutrofización de agua.

En base a los resultados obtenidos del dispositivo usado (sistema de sensores y arduino) se analiza que, los índices elevados son del alcohol debido a la fermentación, se producen más de 21.5kg de residuos en cuestiones de cera, (tan solo de la unidad de medida de 500ml de vino). Las semanas posteriores del análisis en la producción de vino de miel los resultados incluyen que el CO₂ emitido por la fermentación del vino es de 0.7kg por botella de vino (500ml), tomando en cuenta el consumo de energía se puede observar que el 89% de las emisiones de CO₂ son equivalentes a las emisiones indirectas que están unidas a la adquisición de materiales.

CONCLUSIONES

En el sector Apícola específicamente en el proceso de extracción, los principales aspectos ambientales tienen relación con un elevado consumo de agua y energía, generando residuos (aguas residuales), pero lo de mayor importancia son las emisiones de gases.

En las instalaciones para el procesamiento del vino de miel de la empresa sujeta a estudio, se consume una cantidad considerable de energía. Normalmente alrededor del 30% de la demanda de energía, esto es debido al uso de la centrifugadora y destinada a y la separación de la miel de las astas y alzas, además de las labores de limpieza. y el 70% restante se emplea como electricidad suministrada a la refrigeración, ventilación y alumbrado.

El ACV tiene una gran influencia en las industrias agroalimentarias y de procesos, y en las cuales cuentan con una gran variedad de investigaciones en procesos (productos) a nivel mundial; recientemente, México no cuenta con investigaciones sobre esta metodología enfocada al sector apícola ni para la producción del vino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Falconí, A. H. (2014). Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en Sistemas de Producción y Productividad.).
- Guzmán, I., De-Nieves-Nieto, C., & Briones-Peñalver, A. J. (2013). Evaluación de la eficiencia en el sector de los agronegocios en España: un estudio empírico para la Región de Murcia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(71), 81-100.
- SimaPro. (2 de mayo de 2018). Simapro.com. Obtenido de <https://simapro.com/>
- SADER. (1 de Mayo de 2018). Producción de Miel. Obtenido de [datos.gob.mx: http://sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/sagarpa/Documents/Abejas_mayo_2018.csv](http://datos.gob.mx:datos.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/sagarpa/Documents/Abejas_mayo_2018.csv)
- Parra-Saldivar, R., Bilal, M., & Iqbal, H. M. (2020). Life cycle assessment in wastewater treatment technology. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 80-84..
- Visentin, C., da Silva Trentin, A. W., Braun, A. B., & Thomé, A. (2019). Application of life cycle assessment as a tool for evaluating the sustainability of contaminated sites remediation: A systematic and bibliographic analysis. *Science of The Total Environment*, 672, 893-905.
- Yañez Gozzer, K. C. (2017). Impacto ambiental de bandejas biodegradables a base de almidón de camote (ipomoea batatas) y fibra de caña de azúcar (saccharum officinarum l.), utilizando el análisis del ciclo de vida. Repositorio Institucional UNITRU.
- Yépez Pesantez, J. M. (2018). Análisis de ciclo de vida (ACV) de queso mozzarella, como estrategia para un agronegocio sustentable: un estudio en la empresa Andilacteos en la ciudad de Otavalo (Bachelor's thesis).

PROTOTIPO DE HARDWARE ELECTRÓNICO WIFI PARA LA ADQUISICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES APLICADO EN GERMINADORAS

EDGAR HUGO MAYORAL ARZABA,¹ JUAN VARGAS FERRER,² LUIS CARLOS ÁLVAREZ SIMÓN³

RESUMEN

En los últimos años el sector de la agricultura ha contado con grandes avances tecnológicos importantes enfocados en la automatización. Actualmente un término detonante se denomina Agricultura Inteligente, agrupa a su vez sistemas de control y automatización. En este trabajo realizado se enfoca en la germinación de plántulas dentro de un invernadero, monitoreando las variables de humedad, temperatura e intensidad luminosa. Se desarrolló una tarjeta electrónica con la capacidad de conectar diferentes tipos de sensores, utilizando los protocolos de comunicación 1-Wire e IIC, considerando la ventaja de estos sensores y su bajo consumo de corriente. Se realizó el diseño de una etapa de potencia para validar el comportamiento de algoritmos de control de temperatura. El hardware se basa en la comunicación de dos microcontroladores, el ESP-12 y el PIC18F4550. La información obtenida de los sensores es enviada a una página web para obtener un registro de las variables y generar un modelo de cultivo que permita incrementar el nivel de producción de plántulas.

Palabras clave: Germinadora, IoT, NodeMCU, hardware.

ABSTRACT

In recent years the agriculture sector has had major technological advances focused on automation. Currently a trigger term is called Smart Agriculture, which in turn groups control and automation systems. In this work, the main idea is the germination of seedlings inside a greenhouse, monitoring the variables of humidity, temperature and light intensity. Is developed an electronic board with

1

2

3

capability to connect different sensors, using communication protocols 1-Wire and IIC, are sensors is low energy. Is developed a power board to validate control temperature algorithms. The hardware is based in the communication between ESP-12 and PIC18F4550. The information obtained from the sensors is sent to a web page to obtain a record of the variables and generate a cultivation model that allows increasing the level of seedling production.

Keywords: Germinator, IoT, NodeMCU, hardware.

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos en invernadero es una técnica moderna usada en la producción agrícola; su ventaja sobre el método tradicional a cielo abierto es que se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera crea un microclima que permite protegerlo del viento, granizo, heladas, plagas y enfermedades. Además esta protección permite controlar la temperatura, la cantidad de luz y hacer un control químico y biológico efectivo para proteger el cultivo. Así, la producción en invernadero tiene rendimientos más altos que los tradicionales. La introducción de invernaderos con sistemas de ventilación de operación manual y sensores simples en México, ha logrado aumentos en el rendimiento del cultivo de tomate de hasta 13 kg/m²[1].

Una mejor administración del cultivo y el uso de sistemas de control automático de clima y riego, permiten obtener rendimientos hasta de 40 kg/m²[2]. México está rezagado en la productividad por metro cuadrado de invernadero, principalmente por la diferencia tecnológica y el conocimiento desarrollado en otros países en el área de ingeniería de invernaderos (diseño, equipamiento, etc.) adecuada a sus características. Esto evidencia la necesidad de desarrollar métodos propios, conocimientos y habilidades técnicas en el área de invernaderos [3]. Las variables elementales en cualquier sistema de cultivo bajo cubierta consideran a la temperatura, luminosidad y humedad relativa imprescindibles en el análisis de datos, los cuales dan importancia a la mecatrónica dentro de la agricultura, ya que al observar mediante un teléfono celular o computadora la información de dichas variables dentro de un invernadero, se podrá tomar acciones como la puesta del

fertilizante en los cultivos, la apertura o cierre de ventanas, el acondicionamiento de la temperatura, lo cual provocará una mayor producción con más garantía de calidad. La temperatura es una de las más importantes para tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Normalmente la temperatura óptima para las plantas se encuentra entre los 10 °C y 20 °C.

El calentamiento del invernadero se produce cuando el infrarrojo, procedente de la radiación que pasa a través del material de cubierta, se transforma en calor. Esta radiación es absorbida por las plantas, los materiales de la estructura y el suelo. Como consecuencia de esta absorción, éstos emiten radiación de longitud más larga que tras pasar por el obstáculo que representa la cubierta, se emite radiación hacia el exterior y hacia el interior, calentando el invernadero.

La variable de iluminación se encuentra reflejada en la fotosíntesis, para mejorar la luminosidad natural se usan materiales de cubierta con buena transparencia, orientación adecuada del invernadero y aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.

La variable de humedad es importante, dado, humedades altas favorecen la transmisión de plagas y enfermedades, y las humedades bajas podrían secar la planta. La transpiración de las hojas aumenta la humedad de un invernadero. Si el grado de humedad es demasiado bajo, podemos elevarlo mojando el suelo o vaporizando las plantas de forma periódica. La humedad es la masa de agua en unidad de volumen, o en unidad de masa de aire.

DESARROLLO

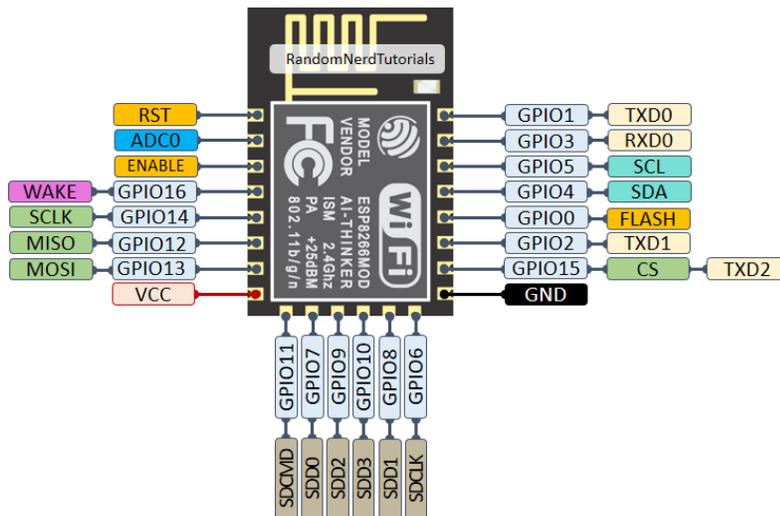
Diseño de PCB

Para realizar el registro de las variables de temperatura, humedad e intensidad luminosa se realizó el diseño y desarrollo de una tarjeta de control y una tarjeta de potencia. La tarjeta de control cuenta con la capacidad de comunicarse a una plataforma alojada en un servidor Web, el cual transmite los valores de configuración hacia la tarjeta de control, esta procesa los valores y los transmite a las tarjetas de potencia para controlar la cantidad de energía proporcionada al sistema. funcionamiento del sistema.

A. Tarjeta de Control

Se realizó el diseño de una tarjeta de control, utilizando un módulo ESP-12 y un Microcontrolador PIC18F4550. El módulo ESP-12 tiene la capacidad de funcionar como servidor, permitiendo la conexión hacia una red inalámbrica o crear un punto de acceso. En la figura 1 se muestra el esquemático del módulo, cuenta con 22 pines, los cuales se distribuyen entre pines GPIO, pines de voltaje y funciones especiales. Los pines GPIO 11, GPIO 7, GPIO 9, GPIO 10, GPIO 8 y GPIO 6 no se recomienda su uso, dado que realizan funciones especiales cuando se establece una conexión inalámbrica. Es un módulo que se alimenta con un voltaje de 3.3 Vcc.

Figura 1: Pin out ESP-12



Cuenta con dos configuraciones esenciales para su funcionamiento, la primera tiene como objetivo habilitar la programación del módulo y la segunda configuración ejecutar el programa interno del módulo. En la tabla I se muestran los pines de configuración con sus respectivos estados para cada una de las configuraciones.

Tabla I: Configuración de pines para modo programador o modo ejecutar del ESP-12.

Modo	Pin En	GPIO 15	GPIO 0	GPIO 2
Programación	3.3 Vcc	Gnd	Gnd	3.3 Vcc
Ejecución	3.3 Vcc	3.3 Vcc	3.3 Vcc	3.3 Vcc

En el diseño de la tarjeta de control es necesario contar con las dos modos de operación, de programador y ejecución.

Considerando el número de pines disponibles del módulo ESP-12, se necesita ampliar el número de entradas y salidas digitales. Se utiliza un microcontrolador PIC18F4550 como módulo expensor de pines digitales. La comunicación entre estos dos dispositivos se ejecuta utilizando el protocolo de comunicación Serial a una velocidad de 115200 baudios. En el diseño de la tarjeta se realiza la conexión física entre el ESP-12 y el PIC18F4550. En la figura 2 se muestra el esquemático del PIC18F4550 y en la figura 3 se muestra el esquemático del ESP-12, en la figura 4 se muestra el esquemático de los puertos de entrada y salida.

Figura 2: Esquemático del PIC18F4550

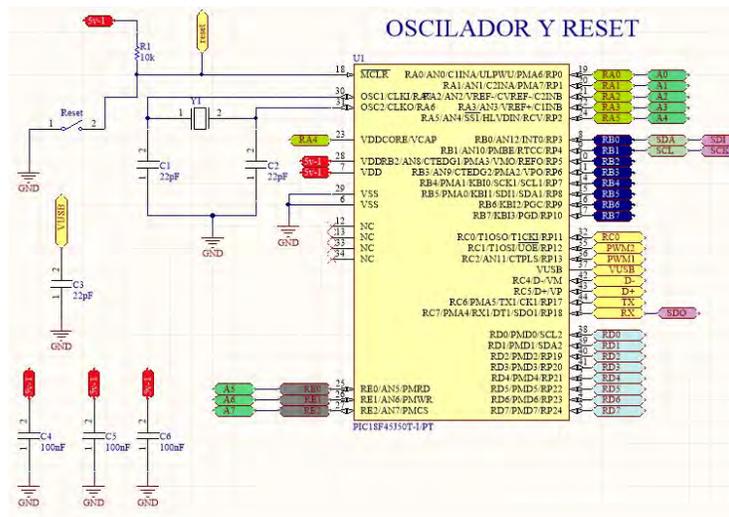


Figura 3: Esquemático de ESP-12

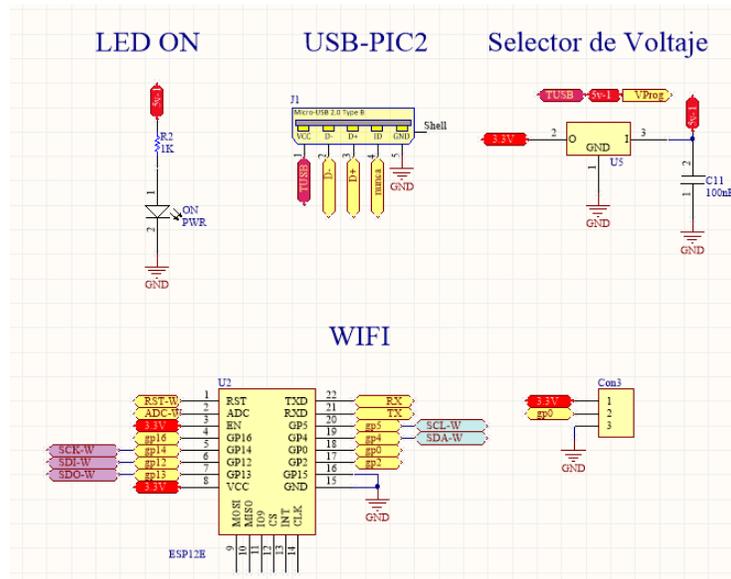
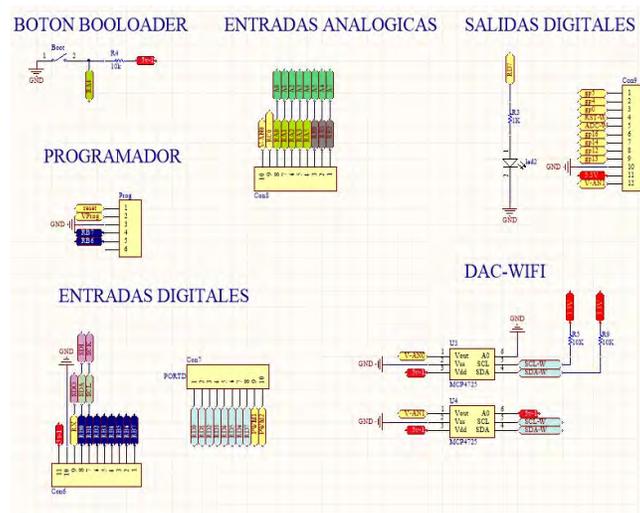


Figura 4: Esquemático de entradas y salidas.



En la figura 5 se muestra el ruteo de la tarjeta electrónica de la capa superior y en la figura 6 se muestra la capa inferior. Para el diseño se consideró 2 capas de ruteo, componentes SMD, un plano de tierra [5], un clearance de 7 milésimas, las dimensiones de la tarjeta es de 10 cm de ancho y 5 cm de alto. Se encuentra habilitados los pines de programación del microcontrolador en el extremo derecho con un conector macho de 6 pines. En la parte superior izquierda se encuentra los pines de programación del módulo ESP-12 por medio del conector 5, en esta misma sección se encuentra los pines del puerto D del microcontrolador PIC18F4550. En el extremo izquierdo se posicionan los pines del módulo ESP-12. En el extremo inferior los pines del puerto B y entradas analógicas del PIC18F4550. La fuente de alimentación es un regulador de voltaje ASM1117-3.3V y un conector USB.

Figura 5: PCB Top tarjeta de control

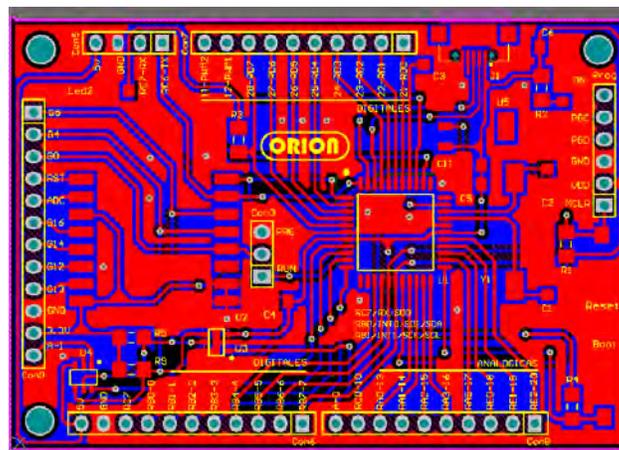
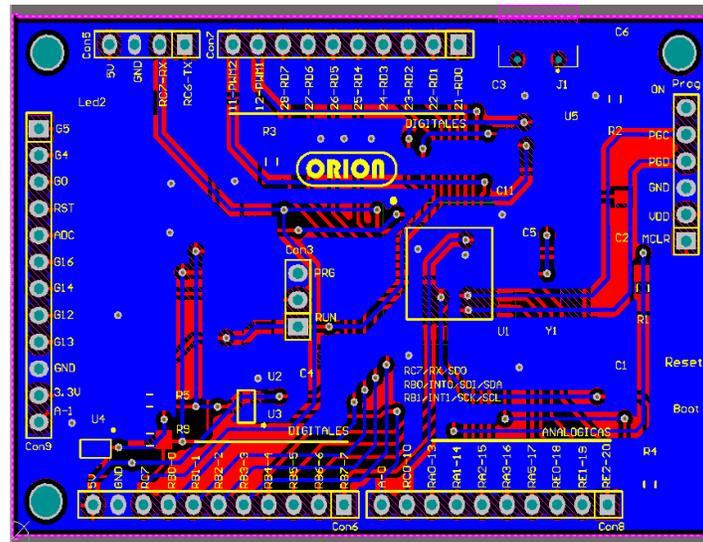
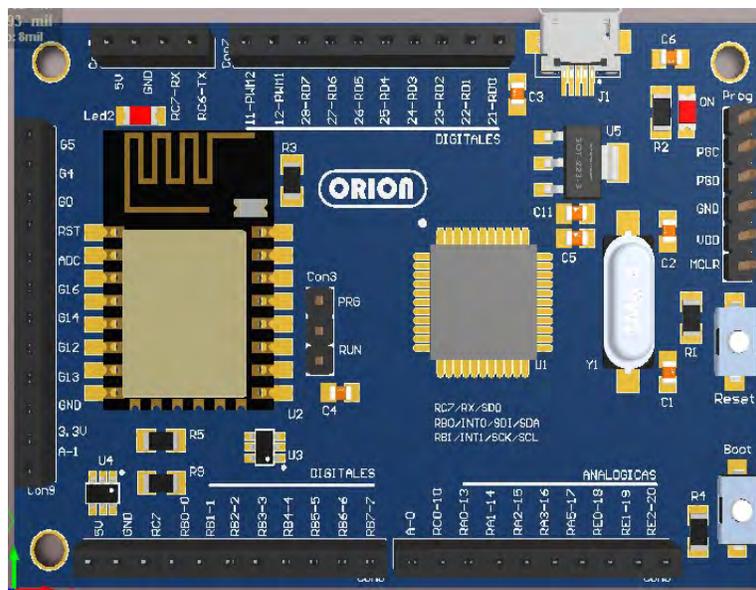


Figura 6: PCB bottom tarjeta de control.



En la figura 7 se muestra el diseño de la PCB representada en su vista 3D, todos los componentes electrónicos se colocan en la parte superior. Cuenta con un led indicador de encendido, un led para pruebas conectado en el pin RD7 del PIC18F4550 y dos botones Reset y Boot. La frecuencia del reloj es de 20 MHz. Un regulador de voltaje que nos permite proporcionar un voltaje de entrada de 3.3 Vcc al módulo ESP-12. El voltaje de entrada máximo es de 5.5 Vcc. Se incluyen dos DAC MCP4725 utilizando el protocolo de comunicación I2C.

Figura 7: Vista 3D de tarjeta de control

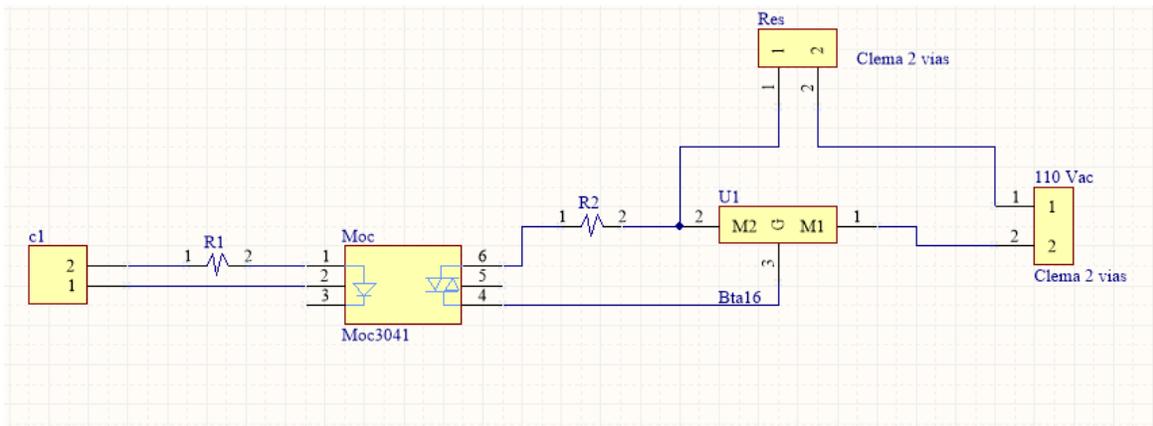


B. PCB de Potencia

Para controlar la resistencias eléctricas las encargadas de elevar la temperatura del sustrato nutritivo, es necesario utilizar una fuente de voltaje de 110 Vca.

Para aislar la señal de control con la señal de potencia se utiliza un circuito opto acoplador utilizando un MOC3041 (opto acoplador con cruce por cero) y un Triac BTA16. En la figura 8 se muestra el esquemático . El módulo BTA16 tiene la capacidad de soportar una corriente máxima de 16 amperes.

Figura 8: Esquemático de tarjeta de potencia



Para realizar el ruteo de la PCB de la tarjeta de potencia, es necesario calcular el máximo valor de corriente que circulara sobre cada una de las pistas. El valor de la resistencia de la carga es de 35Ω , por lo tanto la corriente máxima es de:

$$I_{max} = \frac{V_{ca}}{\Omega_{min}} = \frac{170 Vp}{35 \Omega} = 4.85 A \quad (1)$$

Se considera un valor del 20 % por encima de la corriente máxima para el diseño del ancho de las pistas de potencia.

$$I_{max} = 4.85 A * 1.20 = 5.82 A \quad (2)$$

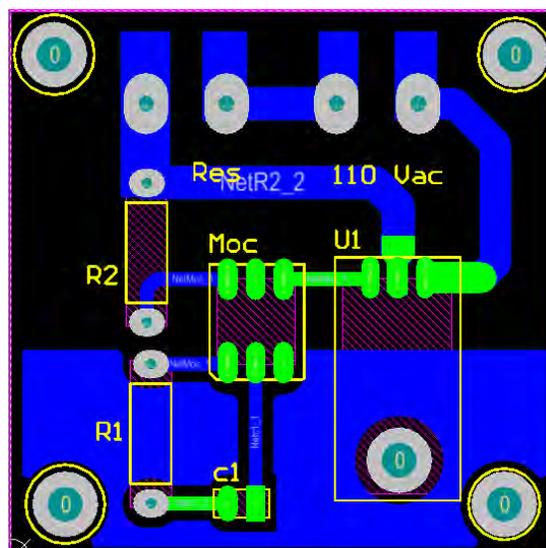
Se considera una corriente de 5.82 A, utilizando la herramienta de la página Web de Digi-Key se obtiene el valor recomendado del ancho de la pista, en la página Web se solicita introducir el material de fabricación de la PCB, para esta tarjeta se considera el estándar FR4. En la figura 9 se muestra que el valor recomendado es de 105 milésimas para el ancho de la pistas de potencia.

Figura 9: Grosor de pista para soportar 5.82 A.



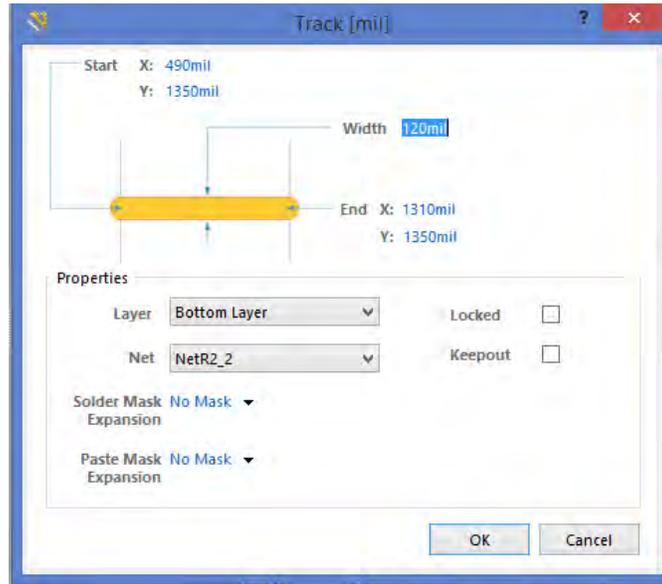
En la figura 10 se muestra el diseño del ruteo de la tarjeta de potencia. Las medidas de la tarjeta es de 5 cm de ancho y 5 cm de largo. Se emplean un MOC3041, un Triac BTA16, dos resistencias de 1/2 Watt. Se realiza una división entre el sector de potencia y el sector de control. Dentro del sector de control se encuentra un plano de tierra, el BTA16 es colocado de manera horizontal para colocar tarjetas de potencia anexa en la parte superior y utilizar la forma de torreta.

Figura 10: Ruteo de tarjeta de potencia



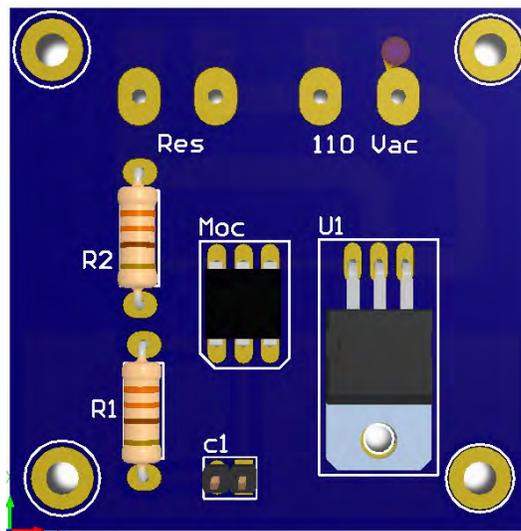
En la figura 11 se muestra el grosor considerado para el diseño de las pistas de potencia. Se asigna un valor de 120 milésimas. Este valor es superior al valor obtenido para garantizar un correcto funcionamiento del sistema y evitar sobrecalentamiento sobre las pistas.

Figura 11: Grosor asignado a pistas de potencia



En la figura 12 se muestra la vista 3D del diseño de la tarjeta de potencia, se observa la posición de los conectores de la fuente de alimentación de 110 Vac y los conectores de las cargas eléctricas. La señal de control es introducida por el conector c1.

Figura 12: Diseño 3D de tarjeta de potencia



C. Tarjeta Integradora

Se realiza una tarjeta con la capacidad de conectar los sensores y actuadores con la tarjeta de control, para medir las variables de temperatura, humedad e intensidad luminosa y su relación con el tiempo. Los sensores y actuadores a utilizar se especifican en la tabla II.

Tabla II: Sensores y actuadores

Nombre	Tipo	Protocolo	Variable
DHT22	Sensor	1-Wire	Humedad y temperatura
DS18B20	Sensor	1-Wire	Temperatura
BH1750	Sensor	IIC	Lúmenes
HCS04	Sensor	Digital	Distancia
DS3231	Módulo	IIC	Tiempo
LCD16x2	Módulo	IIC	No aplica
Relevador	Módulo	No aplica	No aplica

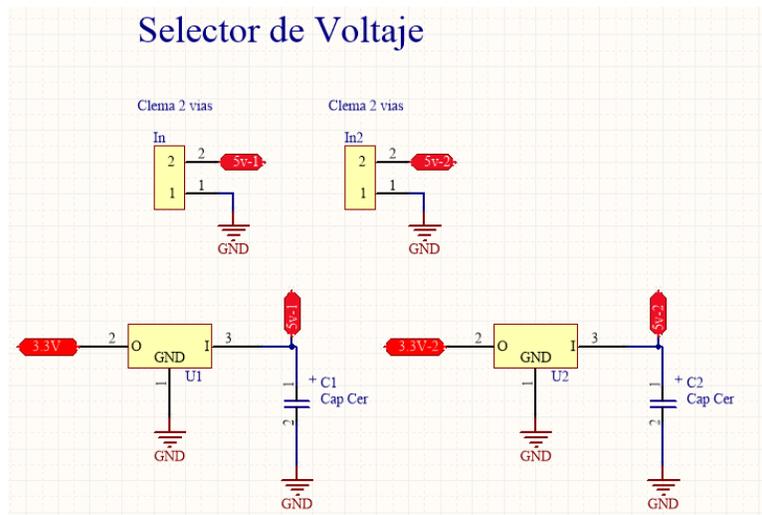
La tarjeta integradora debe de tener la capacidad de soportar todos los módulos anteriores, proporcionar fuentes de voltaje de 3.3 Vcd y 5 Vcd. Se consideran los elementos externos, conectores de programación, selectores, botones de reset, disponibilidad de puertos analógicos, conectores a relevadores, conector hacia la tarjeta de potencia. El diseño de la tarjeta es colocar en la parte superior la tarjeta de control utilizando la metodología shield. El módulo ESP-12 tiene limitantes en sus periféricos de conexión, por ese motivo se utiliza el PIC18F4550, el ESP-12 funciona como dispositivo maestro y el PIC18F4550 como dispositivo esclavo. En la tabla III se muestra la distribución de los módulos y sensores que controlara cada dispositivo.

Tabla III: Distribución de sensores y actuadores

Nombre	Voltaje	Control
DHT22	5 Vcd	Esp-12
DS18B20	3.3 Vcd	Esp-12
BH1750	5 Vcd	Esp-12
HCS04	5 Vcd	Esp-12
DS3231	5 Vcd	Esp-12
LCD16x2	5 Vcd	Esp-12
Relevadores	5 Vcd	PIC18F4550
Tarjeta de potencia	5 Vcd	PIC18F4550

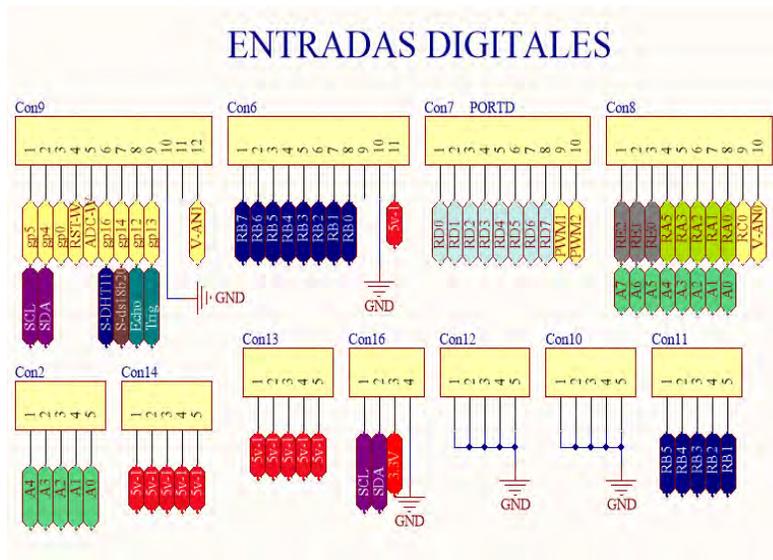
En la figura 13 se muestra el esquemático de la tarjeta integradora, se utilizan dos entradas independientes de voltaje de 5 Vcd, ambos conectados a reguladores AMS1117-3.3V, cada uno de ellos proporciona un corriente máxima de 1 A.

Figura 13: Entradas de voltaje independiente de tarjeta integradora



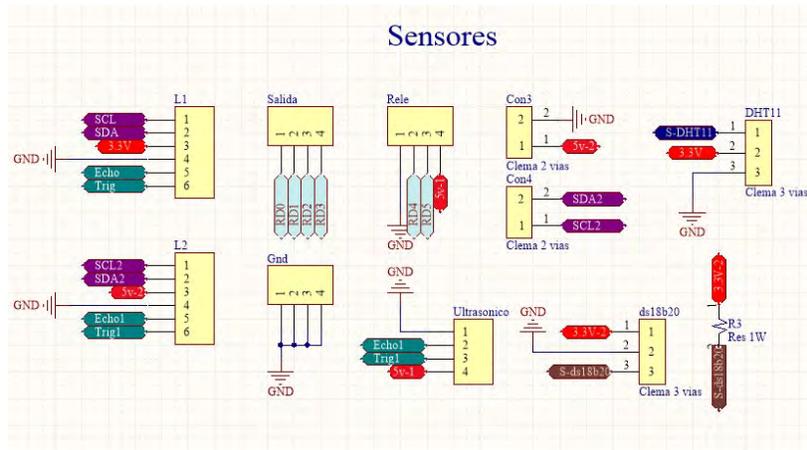
En la figura 14 se muestra las entradas y salidas de la tarjeta integradora, se encuentran habilitados los pines del ESP-12 y del PIC18F4550, pines de entradas analógicas, pines del protocolo de IIC y pines de voltaje.

Figura 14: Entradas y salidas de la tarjeta integradora



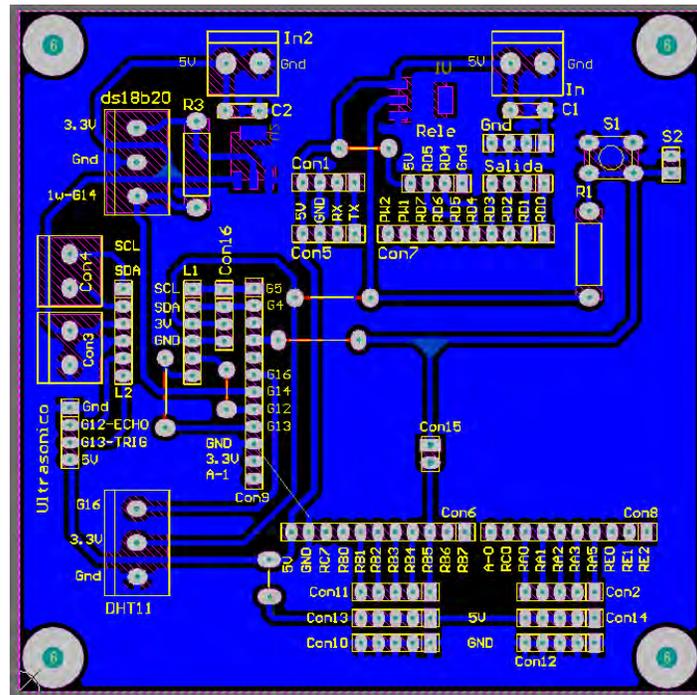
En la figura 15 se muestran los conectores de la tarjeta integradora, contiene el adaptador del programador, la conexión para los sensores DS18b20, DHT22, sensor ultrasónico y un adaptador de voltaje de 3.3 Vcd a 5 Vcd para la comunicación IIC

Figura 15: Conectores de sensores de la tarjeta integradora



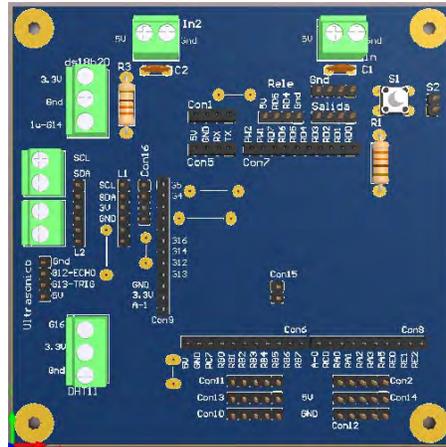
En la figura 16 se visualiza el ruteo de la tarjeta integradora, se utiliza únicamente la cara bottom, la distribución de los pines permite la conexión de la tarjeta de control en la parte superior utilizando la estructura de shield. En la sección del lado izquierdo se encuentran los conectores hacia los sensores, en la parte superior se encuentran los conectores hacia los módulos relevadores y a la tarjeta de potencia. En la parte inferior se encuentran disponibles conectores de alimentación de 5 Vcd y los pines analógicos del PIC18F4550

Figura 16: Ruteo de tarjeta integradora



En la figura 17 se muestra la vista 3D de la tarjeta integradora, se utilizan conectores simples y clemas para establecer la conexión de los sensores

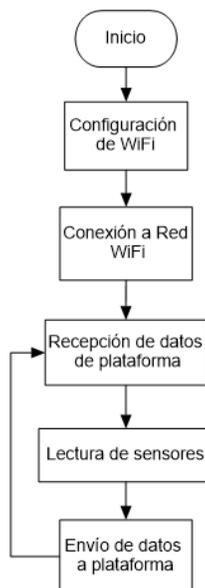
Figura 17: Vista 3D de tarjeta integradora



FIRMWARE

Se realiza un firmware independiente en cada uno de los microcontroladores. El ESP-12 funciona como dispositivo maestro y el PIC18F4550 funciona como esclavo. El ESP-12 se conecta a la red inalámbrica y a la base de datos de la página Web. Realiza la lectura de los parámetros de la página Web para configurar las ganancias del controlador y los valores de temperatura. Realiza la lectura de los sensores y envía la información a la página Web. En la figura 18 se muestra el diagrama de flujo del programa principal.

Figura 18: Diagrama de flujo de programación



Se realiza un protocolo de comunicación para enviar información de la ESP-12 hacia la página Web, en este caso se debe de considerar el número de sensores y la posición donde se encuentran ubicados. Se tienen un total de tres sensores de temperatura, un sensor de humedad, un sensor de luminosidad y un sensor de proximidad para medir el nivel del tanque de la solución nutritiva. En la figura 19 se muestra la estructura del mensaje para enviar información hacia la página Web.

Figura 19: Protocolo de comunicación de envío de datos ESP-12 a página Web

Envío de datos Esp-Web Server						
Byte	1	2	3	4	5	6
Datos	T1	H1	T2	T3	L1	I1
T1	Temperatura 1			T2	Temperatura 2	
H1	Humedad 1			T3	Temperatura 3	
L1	Lumenes 1					

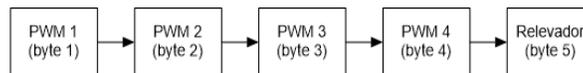
Para realizar la recepción de datos de la página hacia el ESP-12 se realiza utilizando el protocolo de comunicación que se muestra en la figura 20. La página web actualmente solo soporta dos tarjetas de potencia, cada tarjeta de potencia tiene la capacidad de implementar algoritmos de control PID, los valores de las ganancias proporcional se obtienen del byte 2 y 6. Los valores de las ganancias derivativas se encuentran en los bytes 3 y 7. Los valores de las ganancias integrales se encuentran en los bytes 4 y 8. Los valores deseados de temperatura se encuentran ligados a un rango de fechas, es decir entre las fechas de F1 y F2 se establece el rango de temperatura de SP1, entre las fechas de F3 y F4 se establece el rango de temperatura de SP2. Es decir se pueden ajustar dos valores de temperatura deseada en diferentes fechas

Figura 20: Protocolo de comunicación de recepción de datos de la página Web a ESP-12

Recepción de datos Web Server a Esp-12												
Byte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Datos	SP1	P1	D1	I1	SP2	P2	D2	I2	F1	F2	F3	F4
SP1	Set Point 1				SP2	Set Point 2			F1	Fecha 1		
P1	Proporcional 1				P2	Proporcional 2			F2	Fecha 2		
D1	Derivativo 1				D2	Derivativo 2			F3	Fecha 3		
I1	Integral 1				I2	Integral 2			F4	Fecha 4		

El PIC18F4550 tiene como función proporcionar la señal de control hacia la tarjeta de potencia para controlar el valor de la temperatura deseada, al mismo tiempo realiza al activación de los relevadores para activar una bomba sumergible la cual permite el riego de la solución nutritiva. Los valores de configuración son recibidos del ESP-12 utilizando le protocolo serial a una velocidad 115200. La trama de datos se observa en la figura 21, se pueden controlar un máximo de 4 tarjetas de potencia.

Figura 21: Protocolo de comunicación entre ESP-12 y PIC18F4550



El PIC18F4550 únicamente posee 2 periféricos PWM, para poder habilitar 4 salidas PWM, se utiliza el Timer 0 para controlar el tiempo de activación y simular el ancho de pulso de la señal PWM. La resolución del PWM es de 12 bits. Considerando el protocolo de comunicación de la figura 20, cuando no se requiere habilitar una tarjeta de potencia el valor enviado es de 1023, este se reconoce como un valor nulo. El byte 5 corresponde al control de la bomba sumergible, se interpreta el valor en bits y los dos bits menos significativos son los encargados de realizar la activación de los módulos del relevador.

RESULTADOS

En la figura 22 se muestra el ensamble del gabinete, donde se encuentran en el interior cada una de las tarjetas descritas anteriormente. En la parte superior del gabinete se encuentra un display de 16 caracteres de dos renglones, un conector Db9 para la programación del PIC18F4550 y el ESP-12, un selector para indicar el modo de trabajo del ESP-12 y un botón de reset.

Figura 22: Gabinete parte frontal



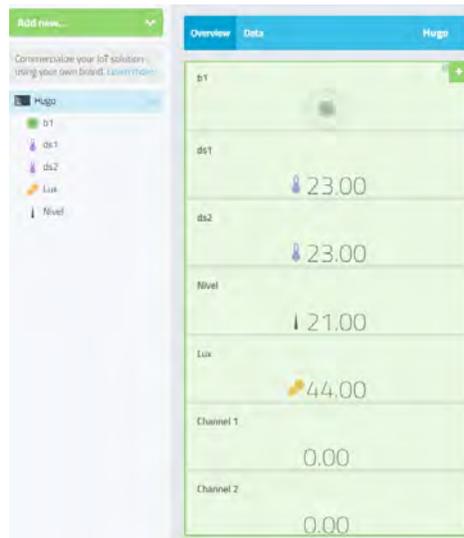
En la figura 23 se muestra las conexiones del gabinete hacia los sensores externos utilizando conectores Db9, un conector es para los sensores de temperatura ds18b20, otro conector soporta los sensores con comunicación IIC de 3.3 Vcd y 5 Vcd, el último conector se encuentra destinado para el sensor DHT11 y el sensor ultrasónico.

Figura 23: Gabinete sección de conectores



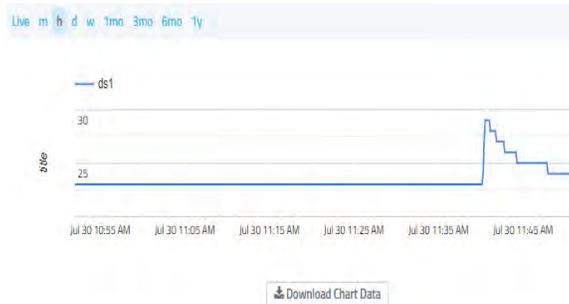
En la figura 24 se observa el envío de datos de la tarjeta de control hacia una página Web. Los datos enviados son los valores de temperatura, intensidad luminosa y de nivel de porcentaje que se encuentra el contenedor de sustrato nutritivo. Se observa que los niveles de temperatura de ambos sensores mantienen el mismo el valor. El canal 1 y el canal 2 se encuentra deshabilitados para pruebas futuras. El botón b1 se utiliza para habilitar la bomba del sustrato. Los datos son enviados hacia la página Web con un intervalo de 5 segundos.

Figura 24: Pagina web repleción de datos



En la figura 25 muestra el histórico del registro de temperatura del sensor ds18b20, el servidor web cuenta con la capacidad de almacenar información de un periodo máximo de 1 semana, permite realizar consulta de históricos de cada una de las variables almacenadas y generar alertas pre configuradas

Figura 25: Histórico de temperatura de ds18b20



En la figura 26 se muestra el registro de lúmenes detectado, donde se registra el incremento de luz durante el transcurso del día, esta variable es importante para analizar la cantidad de luz que se proyecta sobre el semillero, información que será de gran en futuras investigaciones.

Figura 26: Histórico de lúmenes del día 30 de Julio



Se requiere realizar el control de temperatura del contenedor, para este proceso se implementa un controlador proporcional, la señal de control de la tarjeta de potencia es una salida PWM con una resolución 10 bits, por lo que su valor máximo es de 1023. Considerando la siguiente expresión [6]

$$energia = Kp * error \quad (3)$$

$$error = valor\ deseado - valor\ actual \quad (4)$$

Considerando que el error máximo es la diferencia máxima que existe entre el valor de la temperatura máxima deseada por el usuario la corresponde a un valor de 35 °C y la temperatura mínima ambiental registrada en los últimos 6 meses, dando un valor de 8 °C, obteniendo el siguiente resultado

$$error = 35\text{ }^{\circ}\text{C} - 8\text{ }^{\circ}\text{C} = 27\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

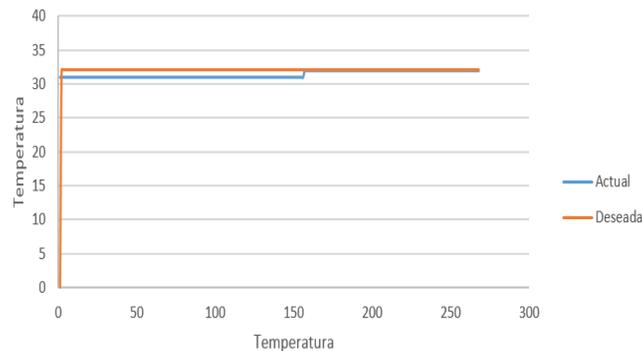
Considerando la ecuación IV se desea obtener el valor de la ganancia proporcional. El valor de máximo de la señal de control se encuentra relacionado con la resolución máxima de la señal PWM, la cual corresponde a 1023 y el máximo error obtenido en la ecuación IV, por lo tanto

$$1023 = Kp * 27\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (6)$$

$$Kp = \frac{1023}{27\text{ }^{\circ}\text{C}} = 37.8 \quad (7)$$

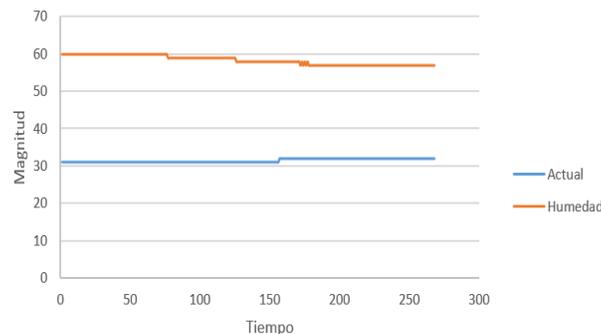
En la figura 27 se muestra el comportamiento de control de temperatura del germinador, donde se registra una temperatura actual de 31 °C y se desea un incremento de 1 °C, la superficie del germinador es de 69 cm³, se considera que el incremento de la variable de temperatura dentro de un contenedor es un proceso lento. La gráfica de color naranja representa el valor deseado y la gráfica de color azul el valor actual de temperatura.

Figura 27: Comportamiento de temperatura de germinador



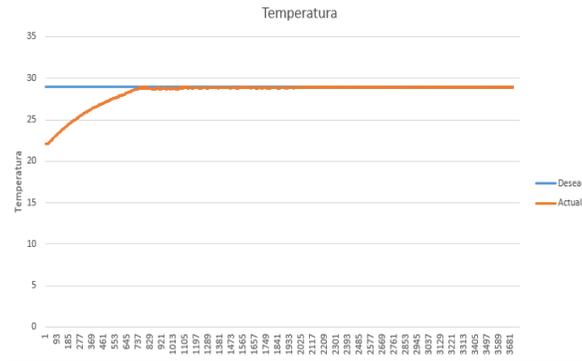
El comportamiento de la humedad con respecto al tiempo conforme al incremento de la temperatura se observa en la figura 28

Figura 28: Comportamiento de humedad con respecto a la temperatura



En la figura 29 se muestra el proceso de control de temperatura, donde la temperatura inicial es de 22 °C y se desea un valor de 29°C. Considerando que es un incremento de 7 °C, se requiere un tiempo de 12.5 minutos para alcanzar el valor deseado. Con el controlador seleccionado no se presentan picos de temperatura

Figura 29: Comportamiento de temperatura



CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó un prototipo de un hardware electrónico para realizar el monitoreo de las variables de humedad, temperatura e intensidad luminosa con el objetivo de generar información para mejorar el proceso de germinación de plántulas dentro de un ambiente controlado a temperaturas acordes al lugar de destino. El sistema se realiza para poder generar información de cultivos de jitomate de bola, jitomate cherry, lechuga iceberg, lechuga romana, lechuga cogollo, chile jalapeño y chile pimiento. Como trabajo a futuro se realizan módulos independientes para cada uno de los sensores y mandar la información a un dispositivo que funcione como Acces Point y Web Server.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rodríguez E. *Efecto de la poda y densidad de población en el rendimiento y calidad de fruto de jitomate*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Chapingo, México. 79 p.

IEIDLO. *Dutch Agricultural Economics Research Institute*. Holland Statistics. The Netherlands. 24 p.

Rodrigo Castañeda – Miranda, Eusebio Jr. Ventura – Ramos Rebeca del R. Peniche – Vera y Gilberto Herrera – Ruiz, *ANÁLISIS Y SIMULACION DEL MODELO FÍSICO DE UN INVERNADERO BAJO CONICIONES CLIMÁTICAS DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO*. Facultad de Ingeniería. DEPMI. Laboratorio de Biotrónica. Universidad Autónoma de Querétaro.

Bot, G. P. A. *Greenhouse climate; from physical processes to a dynamic model*, PhD thesis, Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Dirk Glaser *El desafío de la conexión a tierra*. Altium Applications Engineer.

Fernando Reyes. *MATLAB APLICADO A ROBÓTICA Y MECATRÓNICA* México: Alfaomega, 2012.

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
CEL 2282386072
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@hotmail.com

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (607-8617)
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 200
Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato PDF 17 MB
Fecha de aparición 26/11/2020
ISBN 978-607-8617-86-9

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

INNOVACIÓN BIOTECNOLOGIA II

COORDINADORES

Daniel Bello Parra, Félix Murrieta Dominguez, Jacel Adame García, Marleny Rosas Lozano.

AUTORES

Adahí Contreras Flores, Adela Morales Vasquez, Alberto Ceballos, Alfredo Alberto González Reyes, Alma Yolanda Vázquez Sánchez, Ana Cristina Pérez González, Araceli Gallardo Sandoval, Araceli Torres Rodríguez, Arlin Zarate Mejia, Carlos Prats Bernabé, Claudia Velásquez Cortés, Daniel Bello Parra, Darcy Emanuel Peña Amador, Edgar Hugo Mayoral Arzaba, Erika Aguilar Acosta, Ernestina Paz Gamboa, Félix David Murillo Cuevas, Félix Murrieta Dominguez, Fernando Machorro Ramos, Francisco Javier Espinoza Reyes, Gilda Avendaño Vásquez, Guadalupe Aranzazú Estévez Gutiérrez, Haydee Bautista De León, Ilse Alejandra Estévez Gutiérrez, Ivan Torales Olguin, Jacel Adame García, Jazmín Villegas Narváez, José Antonio Fernández Viveros, José Luis Manzo Reyes, José Manuel Escobar Gamboa, Juan René González Romero, Juan Vargas Ferrer, Kelvin Alfaro Cedillo, Lidilia Cruz Rivero, Luis Alberto Montes Gutiérrez, Luis Carlos Álvarez Simón, Marleny Rosas Lozano, Miguel Alberto Rincón Pinzón, Naomi Vazquez Cruz, Nelly García Cortes, Ricardo Mejia Baruch, Roberto Panuncio Mora Solis, Rosa Evelia Gámez Eugenio, Salvador Paredes Rincón, Saúl Garcés Mejía, Selene Hernández Mata, Vicente Villar Zárate.



ISBN: 978-607-8617-86-9

