

REVISTA DEL CENTRO DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

ISSN 0185-6294

Año XXXV Núm. 83

30 septiembre 2020





SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA



REVISTA DEL CENTRO DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

CONSEJO EDITORIAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

DR. HÉBERT DE JESÚS DÍAZ FLORES
PRESIDENTE

DR. DANIEL ARCÁNGEL. LÓPEZ SAURI	SECRETARIO ACADÉMICO
ARQ. ELIZETH GÓNGORA MENDOZA	SECRETARIA DE RELACIONES INTERNAS Y EXTERNAS
LIC. SILVIA LETICIA ACEVEDO CAAMAL	SECRETARIO DE FINANZAS Y COMERCIALIZACIÓN
LIC. ROSÁNGELA PÉREZ CENTURIÓN	SECRETARIA TÉCNICA
MC. OMAR EDUARDO SALAZAR SANTANA	JEFE DE INFORMACIÓN
ING. VICENTE RIVERA CORONADO	JEFE DE EDICIÓN Y PRODUCCIÓN
MTI. LUIS JOAQUÍN A. MOTA PINO	JEFE DE EDICIÓN DIGITAL
PROFA. LILIA ROSA PERERA MONTERO	JEFE DE RESGUARDO Y DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

COMITÉ DE PARES

DRA. CLAUDIA A. AGUILAR UCAN	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN
DRA. KARINA CONCEPCIÓN GONZÁLEZ HERRERA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
DRA. LOURDES G. IGLESIAS ANDREU	UNIVERSIDAD VERACRUZANA
DRA. MÓNICA LOZANO CONTRERAS	INIFAP, YUCATÁN
DR. ALEJANDRO CASTILLO ATOCHE	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
DR. ARNULFO ALANÍS GARZA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA
DR. HUMBERTO J. CERVERA BRITO	CRODE-MÉRIDA
DR. JESÚS ESTRADA MANJARREZ	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN
DR. JOSÉ EFRAÍN RAMÍREZ BENÍTEZ	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE
DR. JUAN JESÚS NAHUAT ARREGUÍN	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
DR. ROBERTO ZAMORA BUSTILLOS	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL
DR. SERGIO DÍAZ ZAGAL	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TOLUCA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Fotografía por Chris-Håvard Berge en Unsplash
Progreso, Yucatán, México

PRESENTACIÓN



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

El Tecnológico Nacional de México con el fin de informar a su comunidad y a otros segmentos poblacionales, nacionales e internacionales, de los resultados de su quehacer académico, de sus proyectos y logros en materia de investigación, desarrollo tecnológico, vinculación y transferencia de tecnología, así como en lo referente a los programas de extensión educativa, promueve que los planteles educativos produzcan publicaciones periódicas, para la difusión de información científica y tecnológica con un lenguaje de expertos para expertos, en tanto que para la divulgación de la información científica y tecnológica se realiza con un lenguaje asequible para no expertos. En el caso de las revistas, los lineamientos para la producción editorial del Tecnológico Nacional de México, (TecNM), instituyen que es necesario y obligado el arbitraje de expertos de la información que incluyan.

La Revista del Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida, tiene por propósito, ofrecer a los investigadores, docentes y alumnos un medio para publicar los resultados originales de investigación experimental o documental, afines a la ingeniería, a las ciencias económico-administrativas y a la cultura.

La Revista incluye temáticas multidisciplinarias, relacionadas con la Ingeniería: Ambiental, Biomédica, Bioquímica, Ciencias de la Tierra, Eléctrica, Electrónica, Industrial, Mecánica, Química y Sistemas Computacionales, así como los temas relacionados con las Ciencias Económico-Administrativas, Investigación Educativa y culturales.

La misión de la Revista del Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida, ISSN 0185-6294, fue creada para comunicar, informar y difundir la obra editorial elaborada por miembros de la comunidad académica y profesional, sin excluir a miembros destacados de la comunidad cultural, que aporten al conocimiento y al desarrollo regional, nacional e internacional.

Nuestra visión es lograr que la Revista del Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida, se encuentre en los índices bibliográficos y bibliométricos de referencia internacional, con base en la calidad técnica y científica de su contenido.

En concordancia con los lineamientos para la producción editorial del Tecnológico Nacional de México (TecNM). Los artículos son sometidos a revisión por pares de evaluadores externos por medio del sistema de arbitraje de doble ciego. El contenido de los artículos debe ser original e inédito, pueden enviarse en forma electrónica al Consejo Editorial del Instituto Tecnológico de Mérida que está integrado de acuerdo con los lineamientos para la producción editorial del Tecnológico Nacional de México, a las siguientes direcciones regi@merida.tecnm.mx o Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km 4.5 S/N C.P. 97118. Mérida, Yucatán. Tel:(999) 964-5000, 964-5001, en donde se elabora y edita la revista trimestralmente y publica en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. Las instrucciones para autores se encuentran en la primera edición de la revista de cada año.



CONTENIDO

DISPOSITIVO DE ORTESIS QUE AYUDA A COMBATIR LA DISFAGIA Jimena Julissa Pech-Itzá ¹ , Adriana Jazmín Pérez-Chan ¹ , Julio Lizandro Uc-Santos ¹ y Andrey Salvador Yerves-Yam ¹	1
EVALUACIÓN DEL EFECTO PROTECTOR DE DIVERSAS MICORRIZAS SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS EN <i>Capsicum chinense</i> Jacq. Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹ , Genovevo Ramírez-Jaramillo ² y Jorge Humberto Ramírez-Silva ²	5
EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE HARINA DE MACA (<i>Lepidium meyenii</i>) SOBRE ASPECTOS REPRODUCTIVOS, DE SALUD Y MORFOLOGÍA TESTICULAR EN MACHOS OVINOS Octavio Rojas-Rodríguez ¹ , María de la Luz Murguía-Olmedo ¹ , Madeleine Arjona-Torres ² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹	10
COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO DE CORDERDOS PELIBUEY Y BLACKBELLY EN YUCATÁN Octavio Rojas-Rodríguez ¹ , María de la Luz Murguía-Olmedo ¹ , Eulogía Nah-Chan ² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹	17
CUBIERTAS PLÁSTICAS Y SU EFECTO SOBRE VARIABLES MICRO CLIMÁTICAS EN INVERNADERO EN YUCATÁN, MÉXICO Wilson Ildefonso Avilés-Baeza ¹ y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹	21
DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE BORREGAS NATIVAS TROPICALES Octavio Rojas-Rodríguez ¹ , María de la Luz Murguía-Olmedo ¹ , Eulogía Nah-Chan ² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹	25
CUBIERTAS PLÁSTICAS Y SU EFECTO SOBRE VARIABLES MICRO CLIMÁTICAS EN CASA SOMBRA EN YUCATÁN, MÉXICO Wilson Ildefonso Avilés-Baeza ¹ y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ¹	32
ACTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS EN LA GARRAPATA RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS (ACARI: IXODIDAE): METANÁLISIS Y ESTUDIO DE CASO CON MIMOSA SPP. Y ACACIA SPP. (FABACEAE) Carlos Enrique Ibarra-Martínez ¹ , Benigno Ruiz-Sesma ¹ , Paula Mendoza-Nazar ¹ , María Ángela Oliva-Llaven ¹ , Carlos Tejeda-Cruz ¹ , Gerardo Uriel Bautista-Trujillo ¹ , Herbey Ruiz-Sesma ¹ , José Carlos Ibarra-Puón ¹ , Julia Guadalupe Grajales-Ruiz ² , Federico Gutiérrez-Miceli ³ , Erick Montejó-Canul ⁴ y Esaú Ruiz-Sánchez ⁴	37
CONSORCIO MICROBIANO DE LA FERMENTACIÓN DEL MEZCAL ARTESANAL DE SAN DIONISIO OCOTEPEC, OAXACA Claudia López-Sánchez ¹ , Víctor Adrián Espinoza-Martínez ² y Felipe de Jesús Palma-Cruz ²	44
CADENA DE VALOR COMO GENERADORA DE VENTAJA COMPETITIVA EN HOTELES TRES ESTRELLAS Olda Concepción Camargo-Santos ¹ , Carlos Hermilo De-la-Cruz-Canul-Martínez ¹ , Arlette Adriana Valladares-Pech ² ...	48
EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN PARA UNA EMPRESA FUMIGADORA Sarai Zapata-Novelo ¹ , Ángel Adolfo Garcilazo-Ortiz ² , Olda Concepción Camargo-Santos ² y Tomás Enrique Fuentes-Marrufo ²	55
EL TLC Y T-MEC DE AMÉRICA DEL NORTE, EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Martín Gerardo Martínez-Valdés ¹ , Héctor Moreno-Martínez ² y César Orlando Pozo-Santiago ³	62
PRUEBA COMPARATIVA DE 7 GENOTIPOS DE JITOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i>), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR P'URHEPECHA Rigoberto Espino-Herrera ¹ , Adán Santaclara-Villanueva ¹ , Norma Valdovinos-Rivera ¹ , Jesús Santiago-Gregorio ¹ y Adelaida Stephany Hernández-Valencia ¹	68
RENDIMIENTO DE GRANO Y CONTENIDO NUTRIMENTAL (N, P, K) EN MAÍZ CHICHEN ITZÁ Y SAC BEH EN SUELOS LUVISOLES DE YUCATÁN Jorge Humberto Ramírez-Silva ¹ , Mónica Guadalupe Lozano-Contreras ² , Genovevo Ramírez-Jaramillo ¹ y Yolanda Beatriz Moguel-Ordoñez ²	74
RESPUESTA PRODUCTIVA DE OCHO VARIEDADES DE SOYA EN YUCATÁN, MÉXICO María Alma Rangel-Fajardo ¹ , Jorge Ismael Tucuch-Haas ¹ , Johnny Abraham Burgos-Díaz ¹ , Mirna Hernández-Pérez ² , Dianelly de la Cruz Basto-Barbudo ³	81

EL COVID 19 Y SU IMPACTO EN LA EDUCACIÓN EN MÉXICO Ramiro Iván Vega-Espinosa ¹ , Alfredo Orlando de J. Díaz Mendoza ¹ , Juan Manuel Ávila-Castillo ¹ y José Isidro Medina-Chan ²	85
ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD UTILIZANDO EL MÉTODO DE PROMEDIO Y RANGO APLICADO A CASOS DE ESTUDIO EN MIPYMES DE LA REGIÓN P'URHÉPECHA Carlos Huerta-Alvarado ¹ , Silvano Velázquez-Roque ¹ , Prisciliano Sánchez-Equihua ¹ , Francisco Daniel Servín-Olivos ² y Mario Espino-Morales ²	91
IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS PARA EL USO Y DESTINO DE LIRIO ACUÁTICO (EICHHORNIA CRASSIPES), EN EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN Rigoberto Espino-Herrera ¹ , Adelaida Stephany Hernández-Valencia ¹ Norma Valdovinos-Rivera ¹ , Jesús Santiago-Gregorio ¹ y Adán Santaclara-Villanueva.....	96
ESTABLECIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE Ganoderma lucidum P. Karst. CON FINES MEDICINALES Claudia López-Sánchez ¹ , Eduardo Juárez-Ramos ¹ , Bernardino Leonardo León-Enríquez ² , Emilene Reyes-Rodríguez ³ , Felipe de Jesús Palma-Cruz ³	102
RENDIMIENTO DE GRANO DE MATERIALES HÍBRIDOS Y AVANZADOS DE MAÍZ, EN TEMPORAL EN YUCATÁN M.A. Rangel-Fajardo ¹ , J.A. Burgos-Díaz ¹ , J.I. Tucuch-Haas ¹ , D. de la C. Bastos-Barbudo ² , A. Villalobos-González ³ y J.R. Nava-García ⁴	107
PLAN ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA DE VIAJES “AGUILAR TOURS” Diana Cecilia Hernández-Sosa ¹ , Jaqueline Melo-García ¹ , Annette Michelle Canché-Baños ² , Diana Carolina Canul-Cohuo ² y Blanca Berenice Escalante-Gallegos ²	111
ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LOGÍSTICA COMPETITIVA Andrés Miguel Pereyra-Chan ¹ , Perla Elizabeth de la Cruz ² y José Isidro Medina-Chan ²	119
LA INVERSIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LAS UNIDADES ECONÓMICAS RURALES DE YUCATÁN Ofelia Viridiana Pardenilla-Loeza ¹ y Laura Guillermina Duarte-Cáceres ²	128
EVALUACIÓN DE DOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ABEJAS (Apis mellifera L.) Jorge Ismael Tucuch-Haas ¹ , María Alma Rangel-Fajardo ¹ , César Jacier Tucuch-Haas ² , Johnny Abraham Burgos-Díaz ¹ , Esaú Ruíz-Sánchez ³ y Fátima del Rosario Yam-Herrera ³	137

DISPOSITIVO DE ORTESIS QUE AYUDA A COMBATIR LA DISFAGIA

Jimena Julissa Pech-Itzá¹, Adriana Jazmín Pérez-Chan¹, Julio Lizandro Uc-Santos¹ y Andrey Salvador Yerves-Yam¹

¹**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico de Mérida. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Alumnos de la licenciatura en Ingeniería Biomédica. Avenida Tecnológico S/N. Plan de Ayala. C.P. 97118 Mérida, Yucatán. México.

Autor de correspondencia: jimena Julissapechitza@gmail.com; adrianaperezchan@hotmail.com; ucsantosj@gmail.com; mithrandiry0@gmail.com

Recibido: 24/junio/2020

Aceptado: 17/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

La disfagia (dificultad para tragar) es un padecimiento relativamente común pues puede afectar a un 3% de la población en general, sin embargo, son escasos los dispositivos o terapias que actualmente son utilizados para tratarla. En este artículo se presentarán los tratamientos más comunes para la disfagia, además de una propuesta de acondicionamiento de un dispositivo con electroestimulación mediante electrodos que ayudará a las personas que padecen disfagia, ya que los que actualmente están en el mercado acarrearán una serie de notorias desventajas para los pacientes que se someten a ellos. El propósito del proyecto es brindar una alternativa a la población afectada por la disfagia, independientemente del origen de esta, evitando que opten por métodos más riesgosos y costosos, ayudando así a los pacientes a tener una mejor calidad de vida y evitar problemas de nutrición. De modo que el dispositivo sea accesible y cada paciente pueda contar con uno en casa para cualquier contingencia y evitar efectos fatales de la disfagia tales como la desnutrición y la asfixia.

Palabras clave: Disfagia/ Electrodo/ Nivel Nutrición.

ORTHOSIS DEVICE THAT HELPS COMBAT DYSPHAGIA

ABSTRACT

Dysphagia (difficulty swallowing) is a relatively common condition as it can affect 3% of the general population, however, few devices or therapies are currently used to treat it. This article will present the most common treatments for dysphagia, as well as a proposal for conditioning a device with electrode stimulation that is on sale and that will help people with dysphagia, since those currently in the Market carry a series of notorious disadvantages for patients who undergo them. The purpose of the project is to provide an alternative to the population affected by dysphagia, regardless of its origin, preventing them from opting for more risky and expensive methods, thus helping patients to have a better quality of life and avoid nutritional problems. So that the device is accessible, and each patient can have one at home for any contingency and avoid fatal effects of dysphagia such as malnutrition and suffocation.

Keywords: Dysphagia / Electrodes / Nutrition Level.

INTRODUCCIÓN

La disfagia orofaríngea se origina en la zona de la faringe, dificultando el paso de alimentos sólidos y líquidos desde el primer momento del proceso deglutorio. Los casos graves podrían sufrir de constante aspiración con lo que los alimentos pasarían hacia la tráquea, atragantando al paciente (tos y asfixia durante las comidas).

Cuando existe la disfagia el proceso deglutorio se vuelve difícil y complicado pudiendo inclusive obligar a pacientes graves a buscar vías alternativas para mantener una nutrición básica. La disfagia puede ser causada por distintas razones neurológicas (accidentes cerebrovasculares, traumatismos craneoencefálicos, esclerosis lateral amiotrófica, parálisis, entre otros) o musculares (distrofias musculares, esclerosis sistémica progresiva, etc.).

En México las personas que padecen Disfagia utilizan dispositivos o métodos que pueden llegar a ser dolorosos, invasivos e inclusive pueden provocar infecciones recurrentes que perjudican la calidad de vida del paciente.

Uno de los problemas más grandes que representa la disfagia, es que a diferencia de otras complicaciones médicas, la lista de opciones para tratarla es muy reducida. En general, cada método para tratar la disfagia coincide en llegar al mismo resultado por medio de:

- Conseguir que el paciente tenga un estado adecuado de hidratación/nutrición.
- Disminuir el riesgo de broncoaspiraciones manteniendo la dieta oral.
- Disminuir el riesgo de complicaciones médicas asociadas a la disfagia.
- Conseguir la máxima funcionalidad de la deglución.
- Valorar las necesidades y las formas más adecuadas de suplementación nutricional.

- Orientar a otras vías de alimentación no oral si se precisan (sonda nasogástrica)

Entre estos métodos podemos encontrar los siguientes:

Sonda nasogástrica

Es un dispositivo de nutrición enteral que consiste en un tubo de plástico (polivinilo, silicona o poliuretano) flexible, que se introduce a través de la nariz y permite llevar el alimento directamente al estómago, ver figura 1. Guía Metabólica del Hospital de Barcelona divulgación médica 12/10/2016



Figura 1. Sonda nasogástrica

Las desventajas que presenta son:

- lesiones en la nariz
- obstrucción de la sonda
- sed
- náuseas
- vómitos por la posición incorrecta del paciente

Complicaciones

- Erosión de la mucosa nasal-epistaxis
- Erosión de la mucosa gástrica: hemorragia gástrica
- Neumonía por aspiración.
- Hiperventilación por aumento de la ansiedad en pacientes conscientes.
- Bradicardia por estimulación de los reflejos vágales.
- Alcalosis metabólica por pérdida de electrolitos si el drenado gástrico es muy abundante.
- Obstrucción de la sonda.
- Erosión esofágica.
- Esofagitis por reflujo.
- Úlceras por presión.
- Náuseas en exceso

Gastrostomía Endoscópica Percutánea

La gastrostomía endoscópica percutánea (PEG) es un procedimiento mediante el cual se coloca un tubo flexible de alimentación a través de la pared abdominal hasta el estómago (Fig. 2). Permite la nutrición, la administración de

líquidos y/o medicamentos directamente en el estómago, sin pasar por la boca y el esófago. American Society for Gastrointestinal Endoscopy

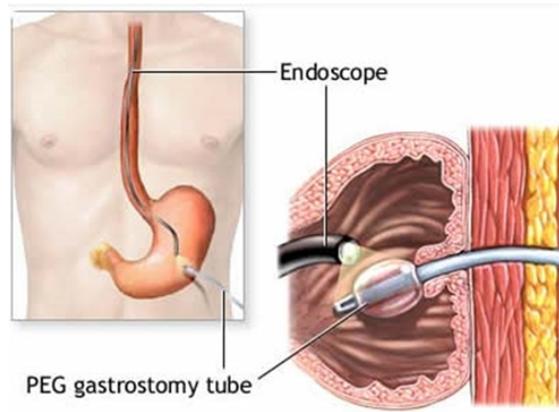


Figura 2. Gastrostomía Endoscópica Percutánea

Las desventajas de este método son:

- infección en los bordes del estómago
- fuga del contenido gástrico
- extrusión parcial de la sonda
- reflujo gastroesofágico

Complicaciones

- fiebre
- neumonía por aspiración
- fascitis necrosante
- peritonitis aguda
- fístula gastrocolocutánea
- hemorragia digestiva/peritoneal
- metástasis en orificio de gastrostomía

Dispositivo para controlar la deglución de forma manual

El dispositivo para controlar la deglución de forma manual incluye una pequeña varilla de titanio cosida al cartílago del cuello (Fig. 3), lo que “permite a nuestro paciente tirar del dispositivo en forma segura y sin dolor para mover su laringe y abrir el esófago para permitir el paso de comida y líquido”. Periódico Líder de Guatemala 11 de Diciembre del 2010

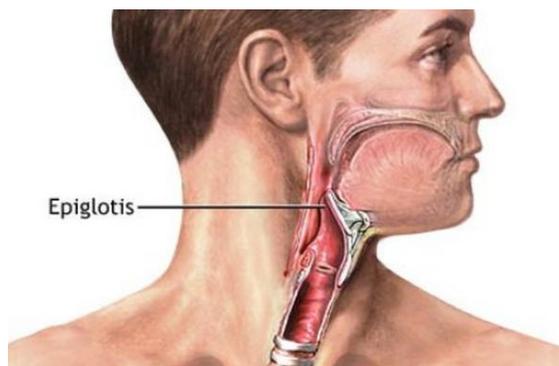


Figura 3. Dispositivo para controlar la deglución de forma manual

La desventaja que presenta es el tiempo para su colocación dura 45 minutos. Además, que el paciente debe esperar unos meses antes de usar el dispositivo, para asegurarse que éste integrado correctamente al cartílago ubicado justo encima de la glándula tiroidea en la garganta.

Estimulación eléctrica neuromuscular

Consiste en una terapia no invasiva y no dolorosa para el tratamiento de la disfagia, obtenida por estimulación eléctrica externa que es aplicada en la cara anterior del cuello (Fig. 4). Llevándose a cabo por pequeñas corrientes eléctricas que estimula nervios motores y estos a su vez producen la contracción de los músculos. Clínica San Vicente 2016



Figura 4. Tratamiento estimulación eléctrica neuromuscular

Desventajas

- Uno de los efectos secundarios es irritación en la piel resultado del adhesivo utilizado para fijar el electrodo

Hay pacientes con ciertos padecimientos que no pueden utilizar estimulación eléctrica neuromuscular como son:

- No debe ser usado cuando la causa de la disfagia sea de origen esofágico o hasta que esta alteración haya sido corregida
- Cuando el paciente presente Reflujo Gastroesofágico Severo
- En los pacientes con alteraciones demenciales que presentan “verborrea”
- Cuando existe un tumor o infección activa en la cara anterior del cuello
- En pacientes con trastornos convulsivos no controlados
- Deberá ser utilizado con las precauciones correspondientes cuando el paciente cuente con implantes electrónicos (marcapasos, desfibriladores, estimuladores profundos del cerebro)
- Cuando el paciente posea implantes metálicos en cuello y en la trayectoria de la corriente eléctrica

Dispositivo de ortesis: “Disfag”

El objetivo general es lograr que los pacientes con disfagia tengan menor riesgo con un tratamiento cómodo y accesible para mejorar su calidad de vida. También dar a conocer la importancia de prestar a la disfagia la atención que amerita, pues de un modo u otro, todos podríamos exponernos a

padecerla, ya sea por accidentes o por complicaciones en la vejez.

De igual forma se espera establecer con colaboración del personal médico un tratamiento completo complementado con la aplicación del dispositivo. Otro objetivo es conseguir con el tiempo mejores tratamientos no invasivos probando la efectividad de este método.

Este proyecto se desarrolla con el propósito de solucionar la problemática de la falta de tratamientos no invasivos para la disfagia. Esta alternativa pretende que los adultos mayores de 65 años, pacientes con Parkinson, con traumatismos craneoencefálicos, accidentes cerebrovasculares o con Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) tengan la posibilidad de tratar su disfagia sin acudir constantemente a terapia intensiva ni depender en su totalidad de apoyo de otras personas.

La necesidad de solucionar el problema es grande, pues los pacientes con disfagia sufren en el momento de cada comida, motivo por el cual, en algunos casos, se desarrolla el temor a comer. Posteriormente surgen problemas como la depresión debido a que muchos pacientes no pueden tratarse sin el apoyo constante del personal médico o de los familiares y, de complicarse, la desnutrición o el atragantamiento podrían culminar con sus vidas.

Con el dispositivo, cada paciente podría recibir tratamiento en casa. Con el control de usuario, se seleccionaría la cantidad de voltaje a nivel fisiológico para operar y puedan volver a su rutina alimentaria.

Debido a que los métodos hasta ahora comunes para tratar la disfagia son invasivos, dolorosos y provocan infecciones al paciente; decidimos buscar un método para el tratamiento de la disfagia que haga uso de la electroestimulación para ayudar la mejora de los músculos atrofiados, sin dolor, de manera externa, de uso continuo, que no genere infecciones e irritación en la piel, no cause quemaduras por la electroestimulación, mejorando el nivel nutricional y la calidad de vida del paciente con disfagia.

Se busca elaborar un collarín que contenga electrodos en su interior, los cuáles será ubicados dentro de una esponja, además cuenta con una interfaz para que el usuario elija el rango de electroestimulación, al diseño de este prototipo le nombramos “Disfag”.

La funcionalidad del collarín es brindarle soporte al cuello del paciente (opcional, para casos en los que el paciente lo requiera), contener a los electrodos y dar mayor comodidad al cuello del paciente. El collarín estará hecho de un material hipoalérgico, y este podrá ajustarse al cuello del paciente, con el fin de que a los pacientes que les sea posible moverse se les haga sencillo colocárselo en caso de no contar con asistencia médica o ayuda de algún familiar.

A pesar de que al tomar en cuenta los primeros métodos para tratar la disfagia se haya tenido una idea para reducir el riesgo que ocasionan, el método estimulación eléctrica neuromuscular, también tiene un margen de riesgo al usarse en pacientes pues en algunos casos puede generar quemaduras al utilizar corriente directamente con la piel del paciente, con el "Disfag" se pretende que incluso ese margen sea reducido en su totalidad al hacer uso del collarín para que la posibilidad de quemaduras o de algún otro daño sea erradicado.

CONCLUSIONES

La investigación nos permitió darnos cuenta de que en México muchas personas en algún momento de su vida sufrirán disfagia y muchas actualmente lo están sufriendo por diversos motivos, estas personas necesitan de una ortesis que pueda estar en el momento de su alimentación para evitar el atragantamiento y su asfixia ya que el atragantamiento podría causarles neumonía como lo hemos mostrado en nuestra investigación.

La disfagia trae varias dificultades consigo, la desnutrición, deshidratación, y enfermedades respiratorias, así como el miedo al alimentarse ya que les resulta doloroso y las personas sufrirán en el transcurso de su vida, nosotros proponemos que debiese hacerse un aparato que sea externo y que pueda ser usado en el momento que lo necesitan, ya sea para la alimentación, para dificultad en poder tragar una flema y en la acumulación de saliva en la garganta. Un aparato que les permita estimular los músculos que les ayudan a poder masticar y que de alguna forma ayude a aquellas personas a poder recuperar ese movimiento.

El equipo de electroestimulación es un buen tratamiento para esta condición, pero podría mejorarse para que sea mucho más cómodo para los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Endoscopy, A. S. (s.f.). *Gastrostomía Endoscópica Percutánea*. Obtenido de <https://www.asge.org/home/for-patients/patient-information/c%C3%B3mo-comprender-la-gastrostom%C3%ADa-endosc%C3%B3pica-percut%C3%A1nea#:~:text=PEG%20significa%20gastrotom%C3%ADa%20endosc%C3%B3pica%20percut%C3%A1nea,la%20boca%20y%20el%20es%C3%B3fago>

Guatemala, ". L. (s.f.). *Desarrollan dispositivo para controlar la deglución de forma manual*. Obtenido de prensalibre.com/vida/salud-y-familia/desarrollan-dispositivo-controlar-deglucion-manual-0-386961519/

Guía de Nutrición para personas con Disfagia. (s.f.). Obtenido de https://www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/600077_guia_nutricion_disfagia.pdf

Hernández, C. P. (Diciembre de 2018). *Disfagia orofaríngea*. Obtenido de https://senpe.com/libros/01_disfagia_interactivo.pdf

Hospital, S. J. (2016 de 12 de Octubre). *Sonda nasogástrica en enfermedades metabólicas*. Obtenido de <https://metabolicas.sjdhospitalbarcelona.org/noticia/sonda-nasogastrica-enfermedades-metabolicas#:~:text=La%20sonda%20nasog%C3%A1strica%20es%20un,el%20alimento%20directamente%20al%20est%C3%B3mago>

Perú, R. d. (octubre de 2004). *Gastrostomía endoscópica percutánea: Experiencia prospectiva de un centro privado nacional*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292004000400003

Vicente, C. S. (s.f.). *Terapia Vitalstim para la deglución*. Obtenido de <https://www.clinicasanvicente.es/servicios/terapia-vitalstim-para-la-deglucion/#:~:text=El%20sistema%20VitalStim%C2%AE%20Therapy%20es%20la%20%C3%BAnica%20tecnolog%C3%ADa%20aprobada,m%C3%BAsculos%20responsables%20de%20la%20degluci%C3%B3n>

EVALUACIÓN DEL EFECTO PROTECTOR DE DIVERSAS MICORRIZAS SOBRE LA INCIDENCIA DE VIROSIS EN *Capsicum chinense* Jacq.

Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹, Genovevo Ramírez-Jaramillo² y Jorge Humberto Ramírez-Silva²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, México.

² Centro Regional de Investigación Sureste. INIFAB, Calle 6 No. 398 X 13, Avenida Correa Rancho, Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130, Mérida Yucatán, México

Autor de correspondencia: lozano.monica@inifap.gob.mx (Mónica Guadalupe Lozano-Contreras)

Recibido: 01/julio/2020

Aceptado: 18/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El chile habanero, es uno de los principales cultivos de la agricultura en la Península de Yucatán cuya producción lo convierte en un producto tradicional con el que identifican a la región en todo el mundo. La producción de este cultivo, se ve limitada por una serie de factores, entre los que se encuentran la incidencia de plagas y enfermedades. El uso de micorrizas es una alternativa viable para nutrir los cultivos e incrementar su productividad sin deteriorar el suelo. Además, se ha comprobado que presentan un efecto bioprotector contra la mayoría de los hongos patógenos. Actualmente, se cuentan con pocos estudios sobre el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares contra enfermedades virales. Por tal motivo, el objetivo de nuestro estudio es estimar el efecto protector de las micorrizas arbusculares vesiculares sobre la presencia de virosis en plantas de *Capsicum chinense* Jacq. Se utilizaron plantas de chile habanero cv. Criollo naranja. Los tratamientos evaluados fueron: a) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); b) fertilización química; c) *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP^{MR}); d) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4); e) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23); f) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 34); g) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 37); h) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76); i) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 82). La inoculación de plantas con micorrizas nativas promovió el crecimiento y desarrollo al menos el 40% del cultivo en relación a los tratamientos sin micorrizas. *Funneliformis mosseae* registró los mayores valores de rendimiento, superando al tratamiento testigo de fertilización tradicional. Los tratamientos con las cepas de *Rhizophagus irregularis*, *Glomus glomerulatum*, y *Funneliformis mosseae* fueron los tratamientos que mostraron mayor tolerancia a virosis.

Palabras clave: comportamiento, desarrollo, incidencia

EVALUATION OF THE PROTECTIVE EFFECT OF VARIOUS MYCORRHIZAE ON THE INCIDENCE OF VIRUSES IN *Capsicum chinense* Jacq.

ABSTRACT

The habanero pepper is one of the main agricultural crops in the Yucatan Peninsula whose production makes it a traditional product with which they identify the region throughout the world. The production of this crop is limited by a series of factors, among which are the incidence of pests and diseases. The use of mycorrhizae is a viable alternative to nourish crops and increase their productivity without deteriorating the soil. Furthermore, they have been shown to have a bioprotective effect against most pathogenic fungi. Currently, there are few studies on the effect of arbuscular mycorrhizal fungi against viral diseases. For this reason, the objective of our study is to estimate the protective effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on the presence of viruses in *Capsicum chinense* Jacq plants. The treatments evaluated were: a) control (without fertilization and without biofertilizer); b) chemical fertilization; c) *Rhizophagus irregularis* (Mycorrhiza INIFAP^{MR}); d) *Funneliformis mosseae* (Strain 4); e) *Funneliformis mosseae* (Strain 23); f) *Rhizophagus irregularis* (Strain 34); g) *Rhizophagus irregularis* (Strain 37); h) *Glomus glomerulatum* (Strain 76); i) *Rhizophagus irregularis* (Strain 82). Inoculation of plants with native mycorrhizae promoted the growth and development of at least 40% of the crop in relation to treatments without mycorrhizae. *Funneliformis mosseae* registered the highest yield values, surpassing the traditional fertilization control treatment. Treatments with the strains of *Rhizophagus irregularis*, *Glomus glomerulatum*, and *Funneliformis mosseae* were the treatments that showed greater tolerance to viruses.

Keywords: behavior, development, incidence

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) es una práctica que ha tenido grandes

beneficios en la producción agrícola (Díaz Franco *et al.*, 2013). Las micorrizas arbusculares (MA) se encuentran en la mayoría de las plantas de interés agrícola; estos organismos juegan un papel importante en el mantenimiento y estabilidad

del agroecosistema contribuyendo a la fertilidad, estructura y biodiversidad del suelo (Carreón-Abud *et al.*, 2008). También tienen un efecto en el desarrollo y sanidad de la planta, así como en la protección contra enfermedades y en la tolerancia y acumulación de metales pesados (Carreón-Abud *et al.*, 2008).

Las interacciones entre hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y hongos fitopatógenos, se han estudiado extensamente y la mayoría de ellos están relacionados con patógenos de raíces fúngicas (Whipps, 2004). La protección contra patógenos fúngicos, ha tenido hallazgos positivos consistentes relacionados con el efecto bioprotector de la HMA, contra la mayoría de los hongos patógenos tales como los hongos de los géneros: *Alternaria*, *Aphanomyces*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Cylindrocladium*, *Erysiphe*, *Fusarium*, *Gaeumannomyces*, *Macrophomina*, *Oidium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* y *Verticillium* (Ronsheim, 2016; Singh y Giri, 2017)

Por otro lado, existen relativamente pocos estudios que demuestren efecto de los hongos en la protección contra patógenos bacterianos. Sin embargo, se ha logrado detectar la bioprotección contra bacterias foliares como *Pseudomonas syringae* pv. en cultivo de soya, pero también se ha identificado que el género y especie de los hongos micorrízicos arbusculares, juegan un papel importante en la bioprotección contra el patógeno foliar. Se ha identificado que *Entrophospora infrequens*, *Funneliformis mosseae*, *Claroideoglossum claroideum* y *Racocetra fulgida*, reducen la colonización de patógenos en las plantas huéspedes (Malik *et al.*, 2016).

Actualmente, se cuentan con pocos estudios sobre el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares contra enfermedades virales. Investigaciones como las realizadas por Dart y Okusana (1973), en plantas de tomate, petunias y fresa, sometidas a infecciones virales, observaron una estimulación de la replicación viral en aquellas plantas que estaban micorrizadas demostrando que la interacción virus-planta-HMA es favorable para la replicación del virus y no contra de esta. Otros trabajos con plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum* cv xanthi) colonizadas con *Rhizophagus intraradices* en donde las hojas desprendidas las inocularon con el Virus del mosaico del tabaco, un virus de RNA, presentando las plantas micorrizadas lesiones típicas de necrosis provocadas por TMV, en un menor tiempo y de mayor tamaño en hojas, lo que se le atribuyó a un aumento en la sensibilidad a infecciones virales por parte de la micorrización (Shaul *et al.*, 2000). Morales, (2011) presenta evidencias experimentales que apoyan la idea de que la micorrización en tomate induce mecanismos de defensa en la parte aérea de la planta, contra enfermedades causadas por PepGMV un Begomovirus bipartita. Por tal motivo, el objetivo de nuestro estudio es estimar el efecto protector de las micorrizas arbusculares vesiculares sobre la presencia de virosis en plantas de *Capsicum chinense* Jacq.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en el ciclo otoño-invierno 2015-2016 bajo condiciones de riego en el Sitio Experimental Uxmal del INIFAP, el cual se ubica en el municipio de Muna, Yucatán, México (20°29'08.1" de latitud norte y 89°24'39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima es de tipo Aw, el cual es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, precipitación y temperatura promedio anual de 900 mm y 25°C, respectivamente (Uribe *et al.*, 2006). El suelo de la región es Luvisol (Kancab), se le realizó análisis físico-químico, que resultó con textura de franco-limosa, cuyos contenidos de arena fue 19.8%, 22.1% arcilla, y 58% de limo; pH de 7.8, 0.13% de nitrógeno, 43.4 mg kg⁻¹ de fósforo, 229 mg kg⁻¹ de potasio y 4.8% de materia orgánica. El pH fue determinado en una extracción de suelo-agua mediante potenciómetro; la materia orgánica se midió por oxidación con dicromato de potasio; el N se determinó mediante el método de Kjeldahl; el P se midió con el método de Olsen (extracción con bicarbonato de sodio); y el K (extraído con acetato de amonio) se determinó con el método de cobaltonitrito (Plenecassagne *et al.*, 1999).

Establecimiento del experimento

Se utilizaron plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cv. Criollo naranja. Los tratamientos evaluados fueron: a) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); b) fertilización química (10.88 g.planta⁻¹, 7.6 g.planta⁻¹ y 5.56 g.planta⁻¹); c) *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP); d) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); e) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); f) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); g) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); h) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); i) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo). Las diferentes micorrizas evaluadas fueron inoculadas al momento de la siembra en charolas de poliestireno con 200 cavidades y una semana después de la emergencia de las plántulas. La dosis consistió en (≥ 65 esporas/g) de micorriza por planta. El área experimental total fue de 400 m², la distribución de los tratamientos consistió de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, cada repetición constó de diez plantas como unidad experimental.

Variables de respuesta

El crecimiento de las plantas se evaluó con: 1) altura de la planta fue medida con un flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice terminal; 2) diámetro del tallo medido con un vernier digital colocado a 3 cm de la superficie del suelo; 3) biomasa fresca medida a 90 ddt; 4) biomasa seca medida a 90 ddt. Los órganos de las plantas se separaron y depositaron en bolsas de papel, se secaron 3 d en una estufa a 65 °C y se

pesaron en una balanza analítica (Ohaus®). Las variables para los componentes del rendimiento fueron: número y peso de los frutos frescos de cuatro cortes en cada una de las diez plantas de la parcela útil.

VARIABLES FITOSANITARIAS

Como parte del control fitosanitario del cultivo se establecieron en la parcela, se establecieron trampas amarillas en disposición cinco de oros, las cuales se monitorearon en periodos de 10 días durante la duración del experimento, registrándose la fluctuación poblacional de adultos de mosca blanca, thrips y pulgones. Al final del experimento, se estimó por tratamiento la severidad de virosis mediante una escala pictórica de 6 clases. (Steel y Torrie 1986)

Porcentaje de colonización de tratamientos

Infección micorrízica en raíz únicamente para los tratamientos con hongos se cuantificó el porcentaje de colonización con la técnica de Phillips y Hayman (1970), observando al microscopio óptico con objetivo de inmersión en 100 segmentos de raíz con longitud de ~1.5-1.6 cm a los 60 días después de la siembra.

Colonización micorrízica

Se cuantificó el porcentaje de colonización con la técnica de Phillips y Hayman (1970), observando al microscopio óptico con objetivo de inmersión (100x) en 100 segmentos de raíz con longitud aproximada de 1.5-1.6 cm.

Número de esporas

Se utilizó el método del tamizado húmedo y decantado (Gerdemann y Nicholson, 1963) y bajo el estereoscopio se contaron las esporas presentes por cada 100 g de sustrato.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (Tukey, P≤0.05) en el paquete estadístico InfoStat versión 2014 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS

Crecimiento de la planta

Se presentaron diferencias significativas en la altura de las plantas (AP), por efecto de los tratamientos a los 90 días posteriores al establecimiento. Presentaron altas diferencias estadísticas (p≤ 0.01), el tratamiento Micorriza INIFAP® (*R. irregularis*), promovió la mayor AP con un promedio 50 cm, seguido de *G. glomerulatum* y *F. mosseae* con 48.7 y 46 cm en promedio por planta respectivamente (Tabla 1), mientras que las plantas menos favorecidas con esta variable fueron los testigos sin fertilización y con fertilización química

tradicional. Estos resultados coinciden con los de Regvar *et al.*, (2003), quienes reportan que las plantas de Chile (*Capsicum annum* L.) inoculados con *Funneliformis mosseae*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus etunicatum*, *Rhizophagus irregularis* y *Scutellospora* sp. fueron significativamente más altas que las del testigo sin inocular.

De acuerdo con Gómez, (2000) el género *Glomus* provoca una mejor nutrición y resistencia a plagas en Chile habanero. Las variables de vigor promovidas por los tratamientos con micorrizas, presentaron mejores condiciones de crecimiento, de desarrollo y de tolerancia a condiciones físicas y biológicas de estrés. Las variaciones en los efectos del crecimiento ocasionado por la simbiosis Chile habanero-micorrizas: son positivas, aunque con frecuencia son determinadas en gran parte por las fluctuaciones ambientales las cuales resultaron ser muy inestables en el periodo del cultivo para este experimento (primavera-verano), por esta razón algunos tratamientos obtuvieron muy poco crecimiento en cuanto a la altura y por lo tanto una merma en el rendimiento (Gómez, 2000).

A los 90 ddt no hubo diferencias (p≥0.05) entre los tratamientos para el diámetro de tallo (DT), sin embargo, los tratamientos donde se incluyeron micorrizas (HMA) proporcionaron los mayores valores (Tabla 1), superando a los tratamientos testigo (sin fertilización) y con fertilización química tradicional, que obtuvieron un diámetro de 0.7 cm. Novella (2001) obtuvo similares resultados, no significativos estadísticamente, pero los valores con HMA fueron mayores que los del testigo. Alonso-Contreras *et al.* (2013) al evaluar distintos consorcios micorrícicos aislados de la rizósfera de manzano (*Malus domestica* B.), encontraron que, los HMA fueron capaces de promover el crecimiento en plantas de Chile, reflejado en un mayor diámetro del tallo y área foliar.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre las variables de rendimiento en Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

		Variables				
		Altura Planta	Diámetro Tallo	Biomasa Fresco	Biomasa Fresco	Número Frutos
Tratamientos		(cm)	(cm)	(g.planta ⁻¹)	(g.planta ⁻¹)	(frutos.planta ⁻¹)
90 DDS	1	42 b*	0.7 bc	78 bdc	33 bdc	23 c
	2	42.7 b	0.78 c	64 d	27 d	35.6 cb
	3	50 a	1.09 a	86 bdc	36 bac	40 b
	4	45 ba	0.89 ba	93 bac	36 bac	33 cb
	5	46 ba	1.00 a	83 bdac	36 bac	66 a
	6	42 b	0.9 ba	101 a	40.78 a	45.5 b
	7	44 ba	0.92 a	72 dc	32 dc	50 b
	8	48.7 ba	1.03 a	96 ba	38.74 ba	42 b
	9	45.8 ba	0.95 a	77 bd	33 dc	32 cb

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey (p<0.05). 1) control (sin fertilización y sin biofertilizante); 2) fertilización química (10.88 g.planta⁻¹, 7.6 g.planta⁻¹ y 5.56 g.planta⁻¹); 3) *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP); 4) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); 5) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); 6) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); 7) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); 8) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); 9) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo).

En relación a la biomasa fresca (BF) y seca (BS), los tratamientos *Rhizophagus intraradices* (C34) y *G.*

glomerulatum (C76) presentaron mayor peso seco por planta con 101 g.planta⁻¹ y 96 g.planta⁻¹ respectivamente, mientras que el tratamiento que registro la menor biomasa fresca y seca fue el tratamiento que contenía la fertilización química completa con 64 g.planta⁻¹ de BF y 27 g.planta⁻¹ de BS, respectivamente (Cuadro 1).

Los tratamientos con *Funneliformis mosseae* provenientes de cepas aisladas en los estados de Durango y Estado de México y la cepa micorriza INIFAP® (*R. irregularis*), obtuvieron pesos similares con relación a la biomasa seca de la planta con 36 g.planta⁻¹, mientras que los tratamientos *Rhizophagus irregularis* (C34) y *Glomus glomerulatum* (C76) obtuvieron la biomasa seca más alto con 40.78 y 38.74 g.planta⁻¹ respectivamente.

Las plantas inoculadas con micorrizas (HMA) mostraron rendimiento y peso del fruto mayores ($p \leq 0.005$) que los demás tratamientos. El mayor número de frutos (NF) y peso de frutos (PF) se registraron en aquellas plantas que fueron tratadas con *Funneliformis mosseae* y *Rhizophagus irregularis* (Cuadro 1). El tratamiento inoculado con *Funneliformis mosseae* (C23), sobresalió por el resto de los tratamientos, al producir en promedio 66 frutos.planta⁻¹, con un peso estimado de 495.1 g.planta⁻¹. Superando al tratamiento testigo con fertilización tradicional completa con 47% en el número de frutos y con el 43.5% en el peso de fruto Constantino *et al.* (2008) observaron crecimiento y rendimiento mayores en las plantas de *C. chinense* tratadas con *A. brasilense* y un consorcio de *Rhizophagus* spp. en comparación con las no inoculadas.

Infestación e Infección

Los tratamientos que se inocularon con micorrizas y en particular con la cepa *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP®), *Glomus glomerulatum* (C76), *Rhizophagus irregularis* (C34) y *Funneliformis mosseae* (C23); mostraron mayor resistencia a estas condiciones climáticas durante el experimento y se mantuvieron en buen desarrollo hasta el momento de la cosecha. En relación a la fluctuación poblacional de insectos vectores de virosis en el experimento con chile habanero (*C. chinense* Jacq.), existieron dos incrementos de la población de insectos vectores uno; a los 20 días después del trasplante y que correspondió a pulgones y mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.), asociados a la transmisión de virus (Figura 1). Otro incremento poblacional apreciable fueron los *Thrips* spp. registrados a los 50 días después del trasplante y asociados como vectores de virus con el tomate spot-wilt virus. Cabe mencionar con respecto a las plagas comunes de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) las plantas y enfermedades con estos tratamientos tuvieron una menor incidencia y severidad de estas.

La severidad de la virosis estimada en los tratamientos, indicó plantas menos afectadas con la inoculación de micorrizas en particular con las cepas *Rhizophagus irregularis* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y

Funneliformis mosseae (C23) (Cuadro 2), contrario a los testigos los cuales presentaron la mayor incidencia de plantas con síntomas de virosis. Los tratamientos que registraron los mayores porcentajes de colonización micorrizica, fueron los mismos que presentaron menos plantas con síntomas (*Rhizophagus irregularis* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y (C23) *Funneliformis mosseae*), lo cual explica por qué estos tratamientos mostraron mayor tolerancia a la presencia de virus en la parcela (Cuadro 2). Martínez y Pugnaire, (2009), sugieren que la familia *Glomeraceae*, suele ser particularmente efectiva en proteger a la planta de patógenos, contrario de otra familia como las *Gigasporaceae*, la cual es particularmente efectiva en aumentar la absorción del P por parte de la planta. Otros estudios, como los de Morales, (2011) presentan evidencias experimentales que apoyan la idea de que la micorrización con *Rhizophagus intraradices* en tomate (*Solanum lycopersicum*) induce mecanismos de defensa en la parte aérea de la planta, contra enfermedades causadas por el Virus del mosaico dorado del chile (PepGMV).

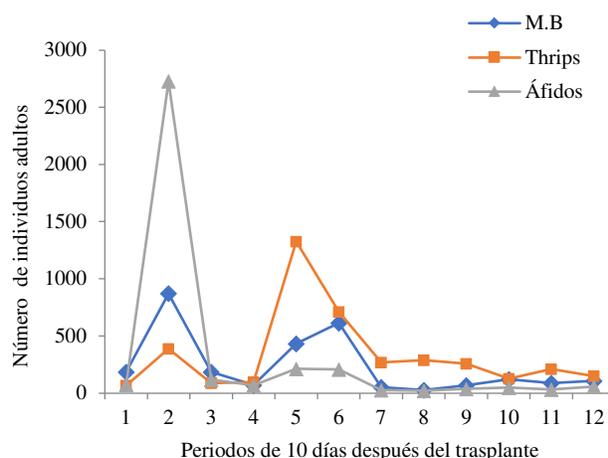


Figura 1. Fluctuación poblacional de adultos de mosca blanca, thrips y áfidos presentes, durante el establecimiento del experimento

Cuadro 2. Efecto de tratamientos sobre la severidad de virosis en chile habanero, estimado con una escala arbitraria pictórica con seis clases

Tratamientos	Severidad (%)	Colonización (%) de micorrizas
1	98.5a*	0d
2	80.5bc	0cd
3	85.5bc	38bcd
4	45.8b	50.1ab
5	25.4e	57.7ab
6	42.5c	39.3bcd
7	35.7d	36 bcd
8	27.3e	41.3ab
9	27.1e	42.8ab

*Valores con la misma letra son estadísticamente iguales Tukey ($p < 0.05$). 1) un control (sin fertilización y sin biofertilizante); 2) fertilización química (10.88 g.planta⁻¹, 7.6 g.planta⁻¹ y 5.56 g.planta⁻¹); 3) *Rhizophagus irregularis* (Micorriza INIFAP); 4) *Funneliformis mosseae* (Cepa 4, aislada en el estado de Durango); 5) *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México); 6) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 34, aislada en el estado de Michoacán); 7) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 37, aislada en el estado de Sonora); 8) *Glomus glomerulatum* (Cepa 76, aislada en el estado de Chiapas); 9) *Rhizophagus irregularis* (Cepa 82, aislada en el estado de Quintana Roo).

CONCLUSIONES

La inoculación de plantas con micorrizas nativas promovió el crecimiento y desarrollo al menos el 40% del cultivo en relación a los tratamientos sin micorrizas. *Funneliformis mosseae* (Cepa 23, aislada en el estado de México) registró los mayores valores de rendimiento, superando al tratamiento testigo de fertilización tradicional. Los tratamientos *Rhizophagus irregularis* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y *Funneliformis mosseae* (C23) fueron los tratamientos que mostraron mayor tolerancia a virosis. Los tratamientos que registraron los mayores porcentajes de colonización micorrízica, fueron los mismos que presentaron menos plantas con síntomas (*Rhizophagus irregularis* (C9), *Glomus glomerulatum* (C76), y (C23) *Funneliformis mosseae*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Contreras, R., Aguilera-Gómez, L. I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Olalde-Portugal, V., Rivas-Manzano, I.V. (2013). Influencia de hongos micorrícicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 4: 77-88.
- Carreón-Abud, Y., Gómez Dorantes, N., Martínez Trujillo, M. (2008). Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal. Biológicas. 10: 60-70.
- Constantino, M., Gómez-Álvarez, R., Álvarez-Solís, J. D., Geissen, V., Huerta, E., Barba, E. (2008). Effect of inoculation with rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of *Capsicum chinense* Jacq. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 109: 169-180.
- Daft, M. J., Okusanya, B. O. (1973). Effect of endogone mycorrhiza on plant growth. New Phytol. 72: 975 - 983.
- Díaz Franco, A., Alvarado Carrillo, M., Ortíz Chairez, F., Grageda Cabrera, O. (2013). Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 4(2): 315-321.
- Gerdemann, J.W., Nicolson, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from the soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society. 46(2): 235-244. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0)
- Malik, A.A., Ahmed, N., Babita, Chauhan, H., Gupta, P. (2016). Plant extracts in post-harvest disease management of fruits and vegetables: A review. Journal of Food Processing and Technology. 7: 592-597. <https://www.longdom.org/open-access/plant-extracts-in-postharvest-disease-management-of-fruits-and-vegetables-a-review-2157-7110-1000592.pdf>
- Martínez, L.B., Pugnaire, F.I. (2009). Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. Ecosistemas. 18(2): 44-54.
- Morales, A., J. J. (2011). Inducción de la tolerancia contra el Virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) micorrizadas con *Rhizophagus intraradices*. Tesis de Maestría En Recursos Naturales Y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa Guasave, Sinaloa, México.
- Novella, L. R. (2001). Participación de las micorrizas arbusculares y la fertilización nitrogenada en el crecimiento y la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en un suelo Ferralsol desaturado. Tesis De Maestría en Ciencias En Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. La Habana, Cuba. 22 p.
- Phillips, J.M., Hayman, D.J. (1970). Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society. 55: 158-161.
- Pleneçassagne, A., E. Romero-Fierro y C. López-Borrego. (1999). Manual de Laboratorio. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-ORSTOM. Gómez Palacio, Durango, México
- Regvar, M., Vogel-Mikus, K., Severkar, T. (2003). Effect of AMF inoculum from field isolates on the yield of green pepper, parsley, carrot, and tomato. Folia Geobot. 38: 223-234. <https://doi.org/10.1007/BF02803154>
- Ronsheim, M. L. (2016). Plant Genotype Influences Mycorrhiza Benefits and Susceptibility to a Soil Pathogen. The American Midland Naturalist. 175: 103-112.
- Singh, I., Giri, B. (2017). Arbuscular Mycorrhiza Mediated Control of Plant Pathogens. In: Varma, A., Prasad, R., Tuteja, N. (eds) Mycorrhiza-Nutrient Uptake, Biocontrol, Ecorestoration. Springer, Cham. 131-159 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68867-1_7
- Shaul, O., David, R., Sinvani, G., Ginzberg, I., Ganon, D., Wininger, S., Ben-Dor, B., Badani, H., Ovdad, N., Kapulnik, Y. (2000). Plant Defense Responses During Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. In: Podila, G. K., Douds, D. D. eds, Current Advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St. Paul, Mn, 61-68 pp.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. (1996). Bioestadística Principios y Procedimientos. McGraw-Hill. México.
- Uribe, V. G., Dzib, E., R. (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brassinoesteroide en la producción de maíz en suelo luvisol. Agricultura técnica en México. 32(1): 67-76.
- Whipps, J. M. (2004). Prospects and limitations for mycorrhizals in biocontrol of root pathogens. Canadian Journal of Botany. 82:1198-1227.

EFFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE HARINA DE MACA (*Lepidium meyenii*) SOBRE ASPECTOS REPRODUCTIVOS, DE SALUD Y MORFOLOGÍA TESTICULAR EN MACHOS OVINOS

Octavio Rojas-Rodríguez¹, María de la Luz Murguía-Olmedo¹, Madeleine Arjona-Torres² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá, km 25 antigua carretera Mérida- Motul, Mocochoá, Yucatán, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Autor de correspondencia: rojas.octavio@inifap.gob.mx (Octavio Rojas-Rodríguez)

Recibido: 05/julio/2020

Aceptado: 20/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

La maca ha sido utilizada desde tiempos ancestrales por sus propiedades nutricionales, energizantes, fertilizantes y curativas, tanto en humanos como en los animales. Entre estas propiedades está la de mejorar el apetito sexual e incrementar el volumen y concentración espermática y no tener ninguna contraindicación o reacción a su administración. Por lo que el objetivo fue ver el efecto de su administración en sementales ovinos, en lo que respecta a la libido, evaluación espermática, constantes fisiológicas, total de proteína sérica, hematocrito y morfología del tejido testicular y epidídimo. Se manejaron 6 ovinos machos, con una edad entre 12 y 18 meses. Se distribuyeron al azar en dos tratamientos: T1 sin suministrar harina de maca y T2 con suministro de harina de maca. Se suministró oralmente mediante una jeringa, 3 g/animal/día de maca en polvo, disuelta en 20 ml de agua destilada, durante cuatro meses que duro el estudio. El análisis estadístico fue mediante el programa SAS ver. 9.0, con un modelo para muestras repetidas y prueba de Duncan para establecer diferencias entre las medias. Se sacrificó un ovino de cada tratamiento, recolectándose los testículos, epidídimo y bolsa escrotal, pesándose en forma completa y diseccionados en sus partes. Se tomaron muestras de tejidos para histología. Los resultados obtenidos fueron que incrementa algunas variables de libido como disminución en el tiempo de reacción y reducción en el tiempo y montas para la monta verdadera y en la evaluación seminal, la concentración espermática y motilidad basal, sin alterar la morfología del tejido testicular. No se encontraron cambios en sus parámetros de salud, al contrario, mejora su estado nutricional y anímico.

Palabras clave: maca, ovinos, proteína, libido, espermatozoides, testículos

EFFECT OF THE ADMINISTRATION OF MACA FLOUR (*Lepidium meyenii*) ON REPRODUCTIVE, HEALTH AND TESTICULAR MORPHOLOGY ASPECTS IN OVINE MALES**ABSTRACT**

Maca has been used since ancient times for its nutritional, energizing, fertilizing, and healing properties, both in humans and in animals. Among these properties is to improve sexual appetite and increase the volume and concentration of sperm and have no contraindication or reaction to its administration. So, the objective was to see the effect of its administration on ovine stallions, regarding libido, sperm evaluation, physiological constants, total serum protein, hematocrit and testicular and epididymal tissue morphology. Six male sheep were handled, with an age between 12 and 18 months. They were randomly distributed in two treatments: T1 without supplying maca flour and T2 with maca flour supply. 3 g / animal / day of powdered maca, dissolved in 20 ml of distilled water, was orally administered by syringe for four months during the study. The statistical analysis was through the SAS ver. 9.0, with a model for repeated samples and Duncan's test to establish differences between the means. One sheep was sacrificed from each treatment, collecting the testicles, epididymis, and scrotal pouch, weighing themselves completely and dissecting in their parts. Tissue samples were taken for histology. The results obtained were that it increases some libido variables such as decrease in the reaction time and reduction in time and mounts for the true mount and in the seminal evaluation, sperm concentration and basal motility, without altering the morphology of the testicular tissue. No changes were found in its health parameters, on the contrary, it improves its nutritional and emotional state.

Keywords: maca, sheep, protein, libido, sperm, testicles

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha desarrollado la investigación de plantas que pudieran tener uso en la industria pecuaria como suplementos alimenticios que ofrezcan algún beneficio a la

salud de los animales o incrementen su productividad y que ha coincidido con una mayor demanda en la seguridad e inocuidad alimentaria por parte de los consumidores. Una de estas plantas es la *Lepidium meyenii* (maca), endémica de Perú y cultivada ampliamente en varios países de América

del Sur (Hudson, 2008), es un tubérculo hipocótilo que crece exclusivamente entre los 3700 y 4500 msnm en los andes peruanos. La maca se ha utilizado tradicionalmente durante siglos en Los Andes utilizada por sus propiedades nutricionales, energizantes, fertilizantes y curativas, tanto en humanos como en los animales; además de ser utilizada como una planta adaptógena para controlar la anemia, la infertilidad y equilibrio hormonal femenino (Hudson, 2008; Lentz et al., 2006).

La maca fue originalmente cultivada por su alto valor nutricional. Está compuesta por entre un 10 y un 15 % de proteínas, 16 minerales (esencialmente calcio, potasio, fósforo y azufre, así como una pequeña cantidad de hierro, manganeso, cobre, zinc y magnesio), 7 vitaminas (B1, B2, B12, C, D3, E, P), así como 19 aminoácidos. La maca también contiene glucosinolatos, los cuales, según se ha informado, parecen jugar un rol importante en las propiedades afrodisíacas y energizantes de la planta. La maca fresca tiene un 80% de agua, ya seca contiene un 59% de carbohidratos 10.2% proteínas, 8.5% fibra y 2.2% lípidos, Chacón (1989). Una de las propiedades más popularmente conocidas es la capacidad que posee de generar fertilidad en los animales, con un efecto positivo en la espermatogénesis, pero se ha comprobado que no posee efectos sobre los niveles hormonales, en periodos de consumo de 12 semanas. Por lo que, desde tiempos antiguos, se les ha proporcionado a los animales infértiles con buenos resultados ya que incrementa su reproducción. En ovinos con administración de maca a dosis baja, ha logrado incrementar el comportamiento reproductivo (Avelar et al., 2014; Clément et al., 2010); en los humanos también se ha utilizado, mejorando el apetito sexual e incrementando el volumen y concentración espermática con una administración alta (González, 2002). Otros efectos es su capacidad de dar vitalidad y fortaleza física para resistir las condiciones adversas y la altura de la vida en los andes. En cuestiones de salud, el consumo de maca fortalece el sistema inmunológico que en el plasma o suero de la sangre se ve reflejado en su contenido de proteínas. No se conoce ningún efecto colateral o contraindicación para el consumo de la maca. Aunque se han detectado, la presencia de cantidades sustanciales de glucósido cardíaco (sustancias cardioactivas), en otras especies relacionadas, como *L. apetalum* y *L. sativum*. Sin embargo, las raíces de maca secas se han consumido durante muchos años sin informes de cardiotoxicidad. Sin embargo, se recomienda no utilizarse en altas dosis ni en periodos mayores de 3 a 4 meses consecutivos. En pacientes con diabetes, se ha observado un aumento en la presión sistólica y en el aspartato transaminasa, que es un signo de advertencia de daño tisular. Ambos cambios fueron pequeños y su relevancia clínica no está muy clara. Bajo este contexto, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto en la libido, evaluación espermática, constantes fisiológicas, total de proteína sérica, hematocrito y morfología del tejido testicular y epidídimo de machos ovinos tropicales con consumo de maca (*Lepidium meyenii*).

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en el rancho San Joaquín ubicado en el municipio de Tetiz, Yucatán, México, localizado a 32 kilómetros al oeste de la ciudad de Mérida. Situado entre las coordenadas 20° 56' y 21° 00' latitud norte y entre 89° 54' y 90° 11' longitud oeste, a una altitud de 7 msnm. Con un clima semiseco y muy cálido con lluvias en verano, la temperatura promedio al año es de 26.9°C. La precipitación pluvial media es de 30.8 milímetros. Predominan los vientos procedentes del norte y del noreste, la vegetación es selva baja caducifolia y suelo del tipo regosol.

Establecimiento del experimento

Se manejaron 6 ovinos machos, con una edad entre 12 y 18 meses y todos ya se habían apareado alguna vez. Se vacunaron con bacterina contra *Manhemia Haemolytica* y desparasitados con ivermectina. Estuvieron establecidos en corrales con comedero y bebedero. La alimentación fue con alimento en pellet comercial con 16% PC, 250 g/animal/día y pasto Taiwan picado. Se acondicionó a los machos por un periodo de 3 semanas para la monta en vagina artificial, con una borrega estrogezada. La distribución de los animales fue al azar tomando en cuenta el peso corporal a los tratamientos que fueron (T1) sin suministrar harina de maca y (T2) con suministro de harina de maca. A los ovinos del T2, se les administraba oralmente mediante una jeringa, 3 g/animal/día de maca en polvo, disuelta en 20 mL de agua destilada, durante cuatro meses que duro el estudio. Para determinar el efecto en el libido y evaluación seminal se efectuaron 4 evaluaciones mensuales por ovino para registrar el comportamiento reproductivo del macho mediante el uso de una borrega en calor y se registró el tiempo de reacción, montas falsas, montas verdaderas y cantidad total de montas. El semen se obtuvo mediante vagina artificial y se evaluaron las siguientes variables: volumen del eyaculado, motilidad masal, motilidad progresiva y concentración espermática. Para los aspectos de salud, se pesaron los animales para obtener el peso corporal y se tomaron las constantes fisiológicas (frecuencia respiratoria, pulso y temperatura corporal), así como una muestra sanguínea por punción yugular para hematocrito y muestra de sangre sin anticoagulante, para la obtención de suero y valorar el total de proteína sérica. Al finalizar los 4 meses de estudio, un ovino de cada tratamiento fue seleccionado al azar y se sacrificaron, recolectándose los testículos, epidídimo y bolsa escrotal, para corroborar si existen cambios morfológicos entre el T1 y T2 a nivel de tejidos testiculares y de epidídimo.

Variables de respuesta

Para la evaluación del semen, este fue por microscopia, utilizando portaobjetos templados, cubreobjetos y solución salina. La motilidad basal se estimó por el vigor del movimiento de las ondas espermáticas vista y dada en porcentaje y la motilidad progresiva por el movimiento individual de los espermatozoides y presentado en porcentaje

(%). Para la concentración espermática fue mediante el conteo en cámara de Neubauer y se presenta en millones de espermias. El hematocrito, se determinó por centrifugación de sangre heparinizada en un tubo capilar (tubo de microhematocrito) a 10 000 r.p.m. durante 5 minutos y se realizó la lectura manual utilizando una regla milimétrica y se reporta en porcentaje (%). A la muestra sin anticoagulante, se le centrifugo a 2 500 r.p.m. por 10 minutos y se decantó el suero en viales para su posterior análisis. Para determinar el total de proteína en el suero, se utilizó un refractómetro óptico manual y el valor se reporta en g/dl de proteína. Para el análisis se utilizó un modelo para muestras repetidas. Las variables fijas fueron: número de muestreo en los machos y la interacción del tratamiento y número de muestreo en los machos. Las variables de respuesta fueron para la libido: tiempo de reacción, montas falsas, montas verdaderas, tiempo trascurrido desde ingreso al corral hasta la eyaculación. Las variables de respuesta para la evaluación seminal fueron volumen, concentración espermática, motilidad masal y progresiva. Las variables de respuesta en salud fueron: peso corporal, frecuencia respiratoria, pulso, temperatura corporal, hematocrito y total de proteína sérica. Las variables fijas fueron tipo de tratamiento (T1 y T2). Para establecer diferencias entre las medias, se utilizó la prueba de Duncan. Al finalizar los 4 meses de estudio, un ovino de cada tratamiento fue seleccionado al azar y se sacrificaron, recolectándose los testículos, epidídimo y bolsa escrotal, pesándose en forma completa y diseccionados en sus partes. Se tomaron muestras de tejidos y se fijaron en formalina al 10% y se procesaron mediante técnica histológica estándar, para corroborar si existen cambios morfológicos entre el T1 y T2 a nivel de tejidos testiculares y de epidídimo.

RESULTADOS

Conducta del Libido

Para el efecto del tratamiento sobre la conducta de la libido y características seminales del ovino, no se encontró diferencias estadísticas significativas (P>0.05) entre las diferentes variables evaluadas para libido. Para el efecto del número del muestreo sobre la conducta del libido y características seminales de los ovinos, no se encontró diferencias estadísticas significativas (P>0.05), a excepción de tiempo de reacción donde el primer muestreo, que se produjo antes de iniciar la suplementación de la harina de Maca fue estadísticamente diferente (P<0.05) a todos los demás muestreos. También en la motilidad progresiva se encontró diferencia estadística significativa (P<0.05) entre el primer muestreo y los muestreos segundo y final. El tercer muestreo fue similar a todos los muestreos. En el cuadro 1 se observa que se encontró diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en la interacción del tratamiento y el muestreo sobre la relacionada con la conducta de la libido, con la variable tiempo de reacción. Se observa que los animales suplementados con la harina de Maca, redujeron más del 80% del tiempo de reacción desde comparado del último muestreo con el primer muestreo donde todavía no

había suplementación. En las variables de numero de montas falsas, total de montas (falsas y verdadera) y tiempo transcurrido para que ocurra la monta verdadera no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P<0.05). Cabe resaltarse las diferencias porcentuales encontradas, en la variable de número de montas falsas y tiempo transcurrido para la monta verdadera (eyaculación) tuvieron para la primera una reducción del 13% y para la segunda fue del 229.66%, los ovinos del tratamiento 2.

Cuadro 1. Efecto de la interacción del tratamiento y el muestreo sobre la libido en los ovinos

Muestreo	T	Tiempo de reacción (s)	Número de montas falsas	Tiempo de monta verdadera (s)
1 D.S	1	5.0 ^a ± 1.00	1.0 ^a ± 1.00	18.0 ^a ± 6.09
	2	16.0 ^a ± 3.60	5.0 ^a ± 8.66	169.33 ^a ± 60.41
2 D.S	1	3.33 ^a ± 0.57	3.3 ^a ± 4.04	45.66 ^a ± 8.08
	2	6.66 ^b ± 4.93	2.33 ^a ± 2.30	57.0 ^a ± 16.26
3 D.S.	1	4.16 ^a ± 3.54	0.66 ^a ± 1.15	9.33 ^a ± 8.50
	2	1.66 ^b ± 0.57	1.33 ^a ± 1.15	11.6 ^a ± 6.65
4 D.S	1	5.33 ^a ± 4.16	0.33 ^a ± 0.57	75.0 ^a ± 23.23
	2	3.0 ^b ± 1.73	1.0 ^a ± 0.40	22.0 ^a ± 8.02
I/D (%)	1	6.6	-67.0	316.66
	2	-81.2	-80.0	-87.0

T= Tratamientos. I/D = % incremento/decremento 4-1
 Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas (p<0.05)

En el cuadro 2 se observa que se encontró diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en la interacción del tratamiento y el muestreo sobre la relacionada con la evaluación seminal, con la variable motilidad progresiva, en el muestreo inicial y los demás muestreos. También se presentaron diferencias porcentuales entre los animales del Tratamiento 2, donde se incrementó en más del 20%. Para las variables de concentración espermática y motilidad basal, también tuvieron diferencias porcentuales de más del 88% para la primera y de 26% para la segunda entre los animales del Tratamiento 2.

Cuadro 2. Efecto de la raza con respecto a la sobrevivencia de los corderos en razas tropicales.

Variables	T	Muestreo				I/D (%)
		1 D.S.	2 D.S.	3 D.S.	4 D.S.	
Tiempo reacción (seg)	1	0.73 ^a ± 0.37	0.76 ^a ± 0.05	0.43 ^a ± 0.28	0.86 ^a ± 0.15	17.80
	2	0.76 ^a ± 0.27	0.66 ^a ± 0.23	0.86 ^a ± 0.15	0.83 ^a ± 0.11	9.21
Concentración Espermática (Millones espermias)	1	2404.80 ^a ± 650.82	2227.20 ^a ± 732.76	2753.20 ^a ± 1289.38	2111.46 ^a ± 477.89	-12.19
	2	1332.80 ^a ± 156.43	2347.73 ^a ± 76.50	2193.06 ^a ± 576.14	2677.86 ^a ± 898.22	100.91
Motilidad Masal (%)	1	76.66 ^a ± 2.88	83.33 ^a ± 5.77	75.00 ^a ± 8.66	78.33 ^a ± 5.77	2.17
	2	65.0 ^a ± 25.98	83.33 ^a ± 5.77	81.66 ^a ± 2.88	83.33 ^a ± 2.88	28.20
Motilidad Progresiva (%)	1	78.33 ^a ± 2.88	83.33 ^b ± 7.63	75.0 ^{ab} ± 8.66	83.33 ^b ± 2.88	6.38
	2	66.66 ^a ± 23.09	86.66 ^b ± 5.77	81.66 ^b ± 2.88	85.0 ^b ± 5.0	27.51

T= Tratamientos. I/D = % incremento/decremento 4-1
 Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas (p<0.05).

Peso corporal

Los resultados obtenidos en las variables de peso corporal, hematocrito y total de proteínas sérica, se muestran en el Cuadro 3, donde podemos ver que, aunque no hubo diferencias significativas en las variables de peso y total de proteína sérica, si hubo diferencias numéricas, en el peso del Tratamiento 2 al inicio del primer muestreo hubo un descenso en el peso, pero conforme se incrementaban los días de tratamiento, recuperaron el peso, llegando a obtener al final del estudio, una diferencia del doble con respecto al Tratamiento 1, siendo esta ganancia de 4.0 kg para el Tratamiento 2 y de 2.4 kg para Tratamiento 1, obteniéndose mejores pesos en los animales del Tratamiento 2. En cuanto a total de proteína sérica, las diferencias numéricas son mínimas, pero siendo mejores las del Tratamiento 2, aunque todas se encuentran dentro del rango normal que es de 6.0 a 7.9 g/dl (Mendoza et al., 2010). En cuanto a hematocrito hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el Tratamiento 1 y Tratamiento 2 en el muestreo 2, con un 37.10 % para Tratamiento 2 vs 25.20% para Tratamiento 1, que se encuentra por debajo del rango reportado por Mendoza et al., (2010) que es de 27 a 45 %, el cual se mantuvo al tercer muestreo y alcanzando la normalidad hasta el cuarto muestreo.

Cuadro 3. Resultados encontrados en las variables de peso, hematocrito y nivel de proteínas séricas.

Variables	Tratamientos		
	M	T1	T2
Peso corporal (kg)	1	46.6	54.0
	2	46.8 ^a	52.6 ^a
	3	47.8 ^a	54.6 ^a
	4	49.0 ^a	58.0 ^a
Hematocrito (%)	2	25.20 ^b	37.10 ^a
	3	25.25 ^a	30.39 ^a
	4	28.52 ^a	29.48 ^a
Proteína sérica (g/dl)	2	6.1 ^a	6.5 ^a
	3	6.2 ^a	6.3 ^a
	4	6.2 ^a	6.5 ^a

M = muestreo

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

En el cuadro 4 se observa que, en la variable de temperatura corporal, no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) ya que en los dos tratamientos y durante los tres muestreos, los animales mostraron una temperatura normal. No así en las variables de pulso y frecuencia respiratoria que mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) al cuarto muestreo, viéndose incrementadas en el Tratamiento 2 vs Tratamiento 1, con una correlación de 0.77 ($P < 0.02$) para pulso y 0.88 ($P < 0.003$) para Frecuencia respiratoria.

En cuanto al efecto de la administración de harina de maca, sobre la biometría de los testículos, los resultados obtenidos en cuanto a peso total y de las partes de los testículos recolectados, de los ovinos sacrificados, de ambos tratamientos, se muestran en el cuadro 5. Donde se puede observar que, en cuanto a peso y biometría de los testículos, los del T1 son ligeramente más grandes y pesados que los del T2.

Cuadro 4. Resultados encontrados en las variables de pulso, frecuencia respiratoria y temperatura

Variables	Tratamientos		
	M	T1	T2
Frecuencia respiratoria (resp/minuto)	2	71 ^a	77 ^a
	3	62 ^a	63 ^a
	4	65 ^b	74 ^a
Frecuencia respiratoria (resp/minuto)	2	15 ^a	16 ^a
	3	20 ^a	27 ^a
	4	14 ^b	17 ^a
Temperatura (°C)	2	39.0 ^a	39.5 ^a
	3	39.0 ^a	39.0 ^a
	4	39.5 ^a	39.3 ^a

M = muestreo

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

Cuadro 5. Peso y medidas de los testículos de los tratamientos.

Variables	T1		T2	
	Der	Izq	Der	Izq
Testículo completo (g)	192.0	193.0	186.0	194.6
Testículo solo (g)	151.5	155.6	146.0	151.7
Epidídimo (g)	28.0	29.6	28.0	31.0
Paquete vascular (g)	10.4	6.8	9.5	10.9
Largo testicular (cm)	9.5	8.8	9.5	8.8
Ancho testicular (cm)	6.5	6.5	6.5	6.5

En lo referente a la morfología del tejido testicular y epidídimo, histológicamente al examinar los testículos recuperados al sacrificio de ambos tratamientos, no se encontraron diferencias al observarse el ciclo completo de la espermatogénesis, en la cual se identificaron espermatogonias tipo A y B, espermatoцитos en diferentes fases de meiosis (leptoteno, cigoteno y paquiteno), espermatoцитos redondos, alargados y maduros. Sin embargo, en la muestra del Tratamiento 2, se observa una mayor actividad en comparación con la muestra del Tratamiento 1, esto se demuestra por la menor cantidad de células presentes en los túbulos seminíferos, como se puede observar en la Figura 1, donde vemos EA: Espermatogonias tipo A, EB: Espermatogonia tipo B, E1: Espermatoцитo primario y Ep: Espermátide.

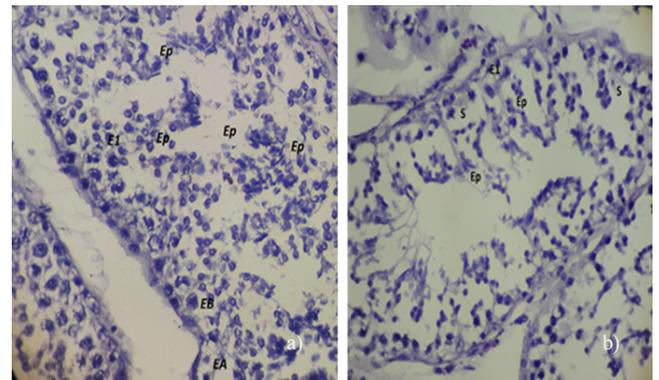


Figura 1. a) Túbulo seminífero de testículo del Tratamiento 2. b) Túbulo seminífero de testículo del Tratamiento 1

En la figura 2 y 3, los epidídimos de ambos tratamientos, se observó el epitelio cilíndrico ciliado del epidídimo sin cambios patológicos aparentes, pero en el Tratamiento 2 la

luz del epidídimo se observó pletórica en la mayoría de las secciones observadas, en comparación con el del Tratamiento 1, donde se observó, la luz del epidídimo pletórica en algunas de las secciones observadas y en otras ocupada entre el 50 y 80 % aproximadamente. Por lo que, en la producción de espermatozoides, el epidídimo del Tratamiento 2 mostro una mayor concentración de espermatozoides.

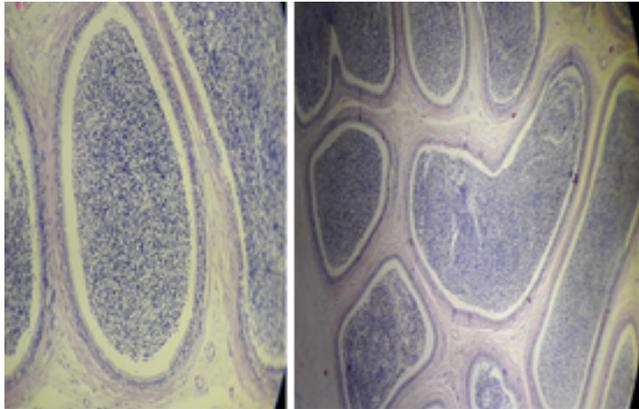


Figura 2a. Epidídimo del Tratamiento 2. 4x. Figura 2b. Epidídimo del Tratamiento 2. 10x

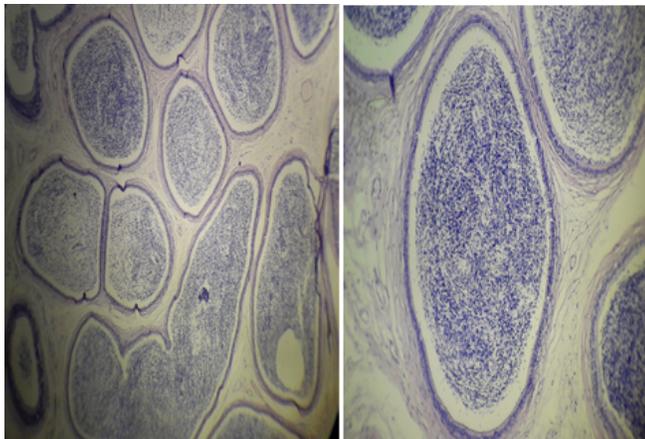


Figura 3a. Epidídimo del Tratamiento 1. 4x. Figura 3b. Epidídimo del Tratamiento 1. 10x

DISCUSIÓN

Estos resultados encontrados en el efecto del tratamiento sobre la conducta de la libido concuerdan a los encontrados por Lavana et al., (2013), donde aumento el número de montas y tiempo al primer eyaculado acortando el tiempo entre estos eventos, siendo estadísticamente diferentes al lote testigo ($P < 0.05$), en dicho trabajo no hubo diferencias la variable de montas se observó una mayor eficiencia al disminuir las montas falsas y ocurrir la monta verdadera. En el trabajo de Lavana et al., 2013 no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para el tiempo de reacción, cosa diferente para el presente trabajo donde en esa variable se encontraron diferencia estadística en la variable de muestreos ($P < 0.05$). Avelar et al., (2014), clasificaron a carneros como de alto y bajo desempeño sexual. Encontraron mejor respuesta en los carneros de bajo desempeño sexual al incrementar ($P < 0.05$)

el número de olfateo de genitales, pataleos, montas falsas y verdaderas, en contraste con los carneros de alto desempeño, que solo aumentaron el número olfateo de genitales y pataleo, pero no así el número de montas falsas y verdaderas. Estos resultados coinciden con lo encontrado con los ovinos del presente trabajo que se les administro maca.

En cuanto al efecto de la interacción del tratamiento y el muestreo sobre la evaluación seminal de los ovinos, Lavana y cols. (2013), no encontraron diferencias estadísticas para las variables de volumen del eyaculado y concentración espermática ($P < 0.05$) coincidiendo a lo encontrado en este trabajo, cabe resaltarse que porcentualmente hubo una disminución ligera del volumen espermático y un incremento muy importante en la concentración espermática. La variable de motilidad progresiva fue estadísticamente diferente entre los tratamientos (Tratamiento 1 vs Tratamiento 2). En lo referente a esto concuerda por lo reportado por Salazar (2010), donde alimento a terneros Holstein con harina de maca cruda por 30 días, evaluando la ganancia de peso y el incremento de talla, observando que el grupo que se le suministro 20 g/día de harina de maca, tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso vivo de 60.68 kg y con incremento de talla de 82.73 cm versus el grupo control (53.93 kg y 82.01 cm respectivamente).

En la variable de peso corporal aunque no hubo diferencias significativas, sin embargo, se observó un incremento en el peso en los animales del Tratamiento 2 con respecto al peso al inicio, lo cual coincide con lo reportado por Salazar (2010), donde alimento a terneros Holstein con harina de maca cruda por 30 días, evaluando la ganancia de peso y el incremento de talla, observando que el grupo que se le suministro 20 g/día de harina de maca, tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso vivo de 60.68 kg y con incremento de talla de 82.73 cm versus el Tratamiento 1 (53.93 kg y 82.01 cm respectivamente).

En el total de proteína sérica, en el cual el 8% son anticuerpos, que son los encargados de la inmunidad del cuerpo contra las enfermedades infecciosa, aunque no hubo diferencias significativas, pero si numéricas, la literatura indica que el uso de la maca fortalece y estimula el sistema inmunológico. Álvarez (2008), evidencio la modulación de la respuesta inmune en ratones inmunosuprimidos y tratados con extracto metanólico de ecotipos de Maca, que favorecieron la producción de anticuerpos, aun en los ratones inmunosuprimidos. Las diferencias significativas que se mostraron en los niveles de hematocrito entre el Tratamiento 1 y Tratamiento 2, donde el hematocrito del Tratamiento 2, se mantuvo dentro del parámetro estándar, en todos los muestreos, esto puede ser debido a que la maca es rica en macro y micronutrientes, entre los que destaca el hierro, estimulando la formación y maduración de los glóbulos rojos y esta diferencia mostró una correlación de 0.92 ($P < 0.001$). En las constantes fisiológicas de pulso y frecuencia respiratoria a pesar de que fueron mayores en el Tratamiento 2 referente al Tratamiento 1, este incremento no está fuera

del rango normal, que es de 70 a 80 pulsaciones por minuto y de 16 a 34 respiraciones por minuto (Mendoza, 2010). No concordando con lo expuesto por Gonzales et al., (2001) en un estudio en ratones macho, a los que les suministro harina de maca, en el grupo tratado se halló incremento de peso del testículo y del epidídimo, sin alteración de la vesícula seminal. Cuando se analizaron los cortes histológicos de los testículos recuperados al sacrificio de ambos tratamientos para observar la morfología del tejido testicular y epidídimo, no se encontraron diferencias al observarse el ciclo completo del espermatogénesis, pero si hubo mayor presencia de espermatozoides en ambas estructuras del Tratamiento 2 en comparación con el Tratamiento 1, lo cual coincide con lo encontrado por Aguilar et al., (2007), donde administrando por 84 días maca, observaron un aumento en el conteo de espermatozoides en el epidídimo; las tres variedades (negra, amarilla y roja) aumentan el conteo de espermatozoides en el conducto deferente, sin afectar el número de espermatozoides en los testículos. Estos resultados sugerirían una acción de la maca modulando el conteo de espermatozoides.

Antes de ser sacrificados los machos, se les tomo una muestra de semen por vagina artificial, encontrándose una concentración espermática para T1 de $1,616 \times 10^6$ y para Tratamiento 2 de $3,641 \times 10^6$ que, al compararla con la concentración espermática normal en los carneros reportada por Cueto et al., (2016), que es de 2 a 6 mil millones/mL, con un volumen de eyaculado de entre 0.7 a 3 mL, siendo el promedio de 1mL. Por lo que, el Tratamiento 1 apenas alcanzaría en nivel inferior del rango, no así el Tratamiento 2 que estaría a la mitad del rango, con una muy buena concentración a pesar de tener unos testículos ligeramente menores al Tratamiento 1. Clément et al., (2010), concluyeron que la suplementación de maca parece mejorar la cantidad de esperma y la calidad de los toros hasta cierto grado, mientras que el comportamiento de apareamiento no parece afectado. Esto concuerda con lo publicado por González et al., (2014), en donde la administración por 84 días de maca negra o amarilla aumenta el conteo de espermatozoides en los conductos del epidídimo, sin afectar el número de espermatozoides en los testículos

CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados en el presente estudio, la inclusión de la harina de maca como suplemento en la dieta de machos ovinos tropicales, incrementa algunas variables de libido y evaluación seminal, como la concentración espermática y motilidad basal, sin alterar la morfología del tejido testicular, es seguro, no refleja contraindicaciones, al contrario, mejora su estado nutricional y anímico. Las implicaciones que puede tener la utilización de la harina de la Maca (*Lepidium meyenii*) para incrementar la actividad reproductiva de los machos ovinos (libido y concentración espermática), no afecta su status de salud, ni el tejido testicular y puede ser un suplemento que podría utilizarse en

la preparación de sementales para la época de empadre o para la producción de semen en pajillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J., Gasco, M., Gonzales, G. F. (2007) Effect of chronic treatment with three varieties of *Lepidium meyenii* (Maca) on reproductive parameters and DNA quantification in adult male rats. *Andrologia*. 39(4): 151-8.
- Álvarez, S. E. K. (2008) Estudio comparativo de la actividad moduladora del extracto metanólico de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum* Chacón (maca) sobre la respuesta inmune humoral y celular en ratones. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima, Perú. 76p. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/919>
- Avelar, A., Orihuela, A., Reyes, V. (2014) La suplementación con maca (*Lepidium meyenii*) incrementa la capacidad de servicio en carneros (*Ovis aries*) de bajo, pero no de alto desempeño sexual. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 15(3): 144-150. <http://www.redalyc.org/jatsRepo/856/85645293002/index.html>
- Cueto, M., Gibbons, A., Bruno-Galarraga, M. M., Fernández, J. (2016) Manual de obtención, procesamiento y conservación del semen ovino. Segunda edición. INTA ediciones. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual_de_semen_ovino_2da_edicion.pdf
- Chacón, G. (1989) La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) y su hábitat. *Revista Peruana de Biología*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima-Perú, 201-207 pp.
- Clément, C., Kneubühler, J., Urwyler, A., Witschi, U., Kreuzer, M. (2010) Efecto de la suplementación con maca en la cantidad y calidad espermática de los bovinos durante dos ciclos espermatogénicos. *Theriogenology*. 74(2): 173–183. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20452008/>
- Gonzales, G. F., Córdova, A., Vega, K. (2002) Effect of *Lepidium meyenii* (MACA) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *Andrologia*. 34(6): 367-372. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12472620/>
- Gonzales, G. F., Ruiz, A., Gonzales, C., Villegas, L., Cordova, A. (2001) Effect of *Lepidium meyenii* (maca) roots on spermatogenesis of male rats. *Asian Journal of Andrology*. (3): 231-233. [https://www.kampodeervas.com.br/arquivos/effect-of-lepidium-meyenii-\(maca\)-roots-on-spermatogenesis-of-male-rats.pdf](https://www.kampodeervas.com.br/arquivos/effect-of-lepidium-meyenii-(maca)-roots-on-spermatogenesis-of-male-rats.pdf)
- Gonzales, G. F., Villaorduña, L., Gasco, M., Rubio, J., Gonzales, C. (2014) Maca (*Lepidium meyenii* Walp), una revisión sobre sus propiedades biológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 31(1): 100-110. <https://scielosp.org/pdf/rpmesp/2014.v31n1/100-110/es>
- Hudson, T. (2008) Maca: new insights on an ancient plant. *Journal of Integrative Medicine*. 7: 54–57.

- Lentz AC, Carson III CC, Marson L. (2006) Does the new herbal supplement “Maca” enhance erectile function or female sexual function?. *Seminars in Preventive and Alternative Medicine* 2(2): 85-90. https://www.researchgate.net/publication/274033484_Does_the_New_Herbal_Supplement_Maca_Enhance_Erectile_Function_or_Female_Sexual_Function
- Lavana, A. R. V., Palma, I. M., Orihuela, A. (2013) Efecto de la suplementación con maca (*Lepidium meyenii*) sobre la libido y algunas características del semen en carneros de pelo (*Ovis aries*). *Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas* 12(3): 238-242. <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/blacpma/article/view/1148/1082>
- Mendoza, G. A., Berumen, A. A. C., Santamaría, M. E., Vera, C. G. G. (2010) *Diagnóstico Clínico del Ovino*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco 83 p. www.archivos.ujat.mx/2011/difusion/libros/9.pdf
- Salazar, S. B. (2010) Efecto del suplemento de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp. 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*). Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima, Perú. 17-22 pp. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1397>

COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO DE CORDEROS PELIBUEY Y BLACKBELLY EN YUCATÁN

Octavio Rojas-Rodríguez¹, María de la Luz Murguía-Olmedo¹, Eulogía Nah-Chan² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá, km 25 antigua carretera Mérida- Motul, Mocochoá, Yucatán, México.

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3 Antigua Carretera Mérida-Motul, CP 97345 Conkal, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: rojas.octavio@inifap.gob.mx (Octavio Rojas-Rodríguez)

Recibido: 05/julio/2020

Aceptado: 20/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Existe un gran interés por las razas de ovinos nativas, generado una demanda cada vez mayor de corderos cárnicos, generándose rebaños en su mayoría de razas indefinidas, mismas que a la vez son apareadas con sementales de distintas razas y de orígenes desconocidos (no evaluados) desde el punto de vista genético, reproductivo haciendo cada vez más importante con tener información de su productividad de estas razas. El experimento consistió en realización de un empadre semi-controlado con razas puras (pelibuey y blackbelly) con pastoreo y suplementación de concentrado y la colecta de información y evaluación se realizó desde el empadre, gestación, parición y destete de los corderos. El trabajo se efectuó en la unidad ovina del Campo Experimental Mocochoá en Yucatán. Las variables recabadas y analizadas fueron la raza (fija) y las variables dependientes de peso al nacer de corderos, kilogramos totales al nacer, peso al destete, kilogramos totales al destete y sobrevivencia de los corderos al destete. También se estimaron algunas correlaciones entre variables importantes. Los resultados fueron ligeramente superiores para la raza blackbelly en las variables de peso al nacer (1.5%), peso al destete (1.1%), kilogramos totales al destete (1.0%) y sobrevivencia de corderos al destete (1%). La raza pelibuey fue ligeramente superior para la variable kilogramos totales al nacer (1.0%). Los coeficientes de correlación entre tipo de parto y peso al nacer y peso al destete, fueron negativos de 0.47 y 0.44 respectivamente. Para el tipo de parto y kilogramos totales al nacer y kilogramos totales al destetar fueron positivos de 0.76 y 0.70, respectivamente. La correlación entre el peso al nacer y peso al destetar fue de 0.50. Las conclusiones fueron que el comportamiento productivo de ambas razas fue similar y ligeramente superior, de la raza blackbelly. Los coeficientes de correlación son promisorios para las razas nativas para efectuar programas de mejoramiento genético.

Palabras clave: parámetros, productividad, ovinos, pelibuey, blackbelly

BEHAVIOR AND DEVELOPMENT OF PELIBUEY AND BLACKBELLY LAMBS IN YUCATÁN

ABSTRACT

There is a great interest in the native sheep breeds, generating an increasing demand for meat lambs, generating herds mostly of indefinite breeds, which at the same time are paired with stallions of different breeds and of unknown origins (not evaluated) From a genetic, reproductive point of view, making it increasingly important to have information on their productivity of these breeds. The experiment consisted of carrying out a semi-controlled breeding with pure breeds (pelibuey and blackbelly) with grazing and supplementation of concentrate and the collection of information and evaluation was carried out from the breeding, gestation, calving and weaning of the lambs. The work was carried out in the sheep unit of the Mocochoá Experimental Field in Yucatan. The variables collected and analyzed were the breed (fixed) and the variables dependent on lamb birth weight, total kilograms at birth, weaning weight, total kilograms at weaning and survival of the lambs at weaning. Some correlations between important variables were also estimated. The results were slightly higher for the blackbelly breed in the variables of birth weight (1.5%), weight at weaning (1.1%), total kilograms at weaning (1.0%) and survival of lambs at weaning (1%). The pelibuey breed was slightly higher for the variable total kilograms at birth (1.0%). The correlation coefficients between calving type and birth weight and weaning weight were negative of 0.47 and 0.44, respectively. For the type of delivery and total kilograms at birth and total kilograms at weaning were positive of 0.76 and 0.70, respectively. The correlation between birth weight and weaning weight was 0.50. The conclusions were that the productive behavior of both breeds was similar and slightly higher, for the blackbelly breed. Correlation coefficients are promising for native breeds to carry out breeding programs.

Keywords: parameters, productivity, sheep, pelibuey, blackbelly

INTRODUCCIÓN

En el estado de Yucatán como en el resto de país, la producción ovina es una de las actividades del sector pecuario más rentable y con un futuro promisorio (García *et al.*, 2001; González-Garduño *et al.*, 2002). En el trópico

mexicano, la producción de corderos de pelo se ha incrementado en los últimos años debido a su adaptabilidad a los efectos estresantes del trópico (Góngora-Pérez *et al.*, 2010), así como por su habilidad de reproducirse durante el año, alta fertilidad, prolificidad y resistencia a los parásitos (Notter, 2000). Las razas de pelo, que más se utilizan

principalmente en los climas cálidos de México, son las ovejas (*Ovis aries*) de la raza Pelibuey y la raza Blackbelly (Macedo y Alvarado, 2005), las cuales fueron las primeras razas de pelo introducidas en México, además de ser predominantes en el sureste de México, criadas bajo las mismas condiciones de manejo (González-Garduño *et al.*, 2002).

La alta demanda de productos cárnicos en México ha reorientado los objetivos de los productores de ovinos hacia la producción de corderos para el abasto (Acero 2002; Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2013). Ante la demanda y el aumento en los precios de los productos ovinos (animales en pie, canal y cortes especializados), las unidades de producción se están incrementando y presentan cambios en la estructura tradicional de la granja (Muñoz-Osorio *et al.*, 2015).

Considerando esta situación, se hace necesario reorientar las investigaciones relacionadas con la producción ovina. La prolificidad, intervalo entre partos, supervivencia al destete, pesos y cambio de peso diario de la camada entre el nacimiento y el destete son indicadores de productividad (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2015). Spide y cols (1981) mencionan que un programa de selección en ovinos debe basarse en el número de corderos nacidos y destetados por hembra expuesta en el sistema y en una alta ganancia de peso de ellos. Un indicador de productividad que engloba la habilidad de la oveja en términos de prolificidad, fertilidad, supervivencia, peso al nacimiento y crecimiento del cordero hasta el destete es utilizado por Magaña-Monforte *et al.*, (2013). Es conveniente hacer notar que los indicadores de productividad no se han evaluado totalmente bajo un clima cálido y húmedo en explotaciones comerciales. Por lo tanto, nuestro objetivo fue evaluar el comportamiento y desarrollo de las razas ovinas pelibuey y blackbelly en Yucatán.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en la unidad ovina del Campo Experimental Mococho del INIFAP, el cual se ubica en el municipio de Mococho, Yucatán, México (20°29'08.1" de latitud norte y 89°24'39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima es de tipo Aw, el cual es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, precipitación y temperatura promedio anual de 997 mm y 26.5°C, respectivamente.

Establecimiento del experimento

Todas las borregas que participaron en el empadre fueron pesadas, marcadas con cinta de colores en el cuello para poderlos separar al regreso del pastoreo y alimentados en pastoreo en praderas de pasto Tanzania, Mombasa y fueron suplementados con 250 g de un alimento comercial con 18% de PC; el suplemento fue aumentando conforme a la etapa reproductiva de las borregas. Se utilizó empadre

semicontrolado con duración de 45 días con un total 122 borregas: 52 borregas de la raza Pelibuey y 70 borregas Blackbelly, entre los meses mayo – junio. Una vez terminado el empadre, a los 45 días se realizó el diagnóstico de gestación utilizando el Doppler. Los datos de registros se analizaron en el programa SAS (ver 9.0), a través de un modelo lineal.

Variables de respuesta

La variable fija de respuesta fue la raza. Las variables dependientes de respuesta fueron: peso al nacer de corderos, kilogramos totales al nacer, peso al destetar, kilogramos totales y supervivencia de los corderos al destetar.

RESULTADOS

Peso al nacimiento

En el cuadro 1, podemos observar los pesos corporales de los corderos al nacer en las dos razas estudiadas, se observa similitud entre los pesos de los corderos (Pelibuey 2.8 kg vs Blackbelly 2.9 kg) siendo estadísticamente iguales entre si ($P>0.05$). En lo que se refiere al peso al destete también se observó similitud en el peso de los corderos al destete (Pelibuey 14.2 kg vs Blackbelly 15.8 kg), siendo estadísticamente iguales entre si ($P>0.05$). Al analizar los kilogramos totales al nacer por borrega parida se encontró de igual forma homogénea la información (Pelibuey 3.78 kg vs Blackbelly 3.75 kg), siendo estadísticamente iguales ($P>0.05$). Para los kilogramos totales destetados se encontró (18.44 kg vs 18.78 kg), siendo estadísticamente iguales entre si ($P>0.05$).

Cuadro 1. Peso corporal: al nacer, al destete y kilogramos totales al nacer y al destetar de dos razas ovinas tropicales.

Variable	Razas		
	Pelibuey	Blackbelly	Promedio
Peso al nacer (kg)	2.85 ± 0.53 ^a	2.95 ± 0.73 ^a	2.93 ± 0.66 ^a
Peso al destete (kg)	14.28 ± 3.65 ^a	15.80 ± 2.91 ^a	15.15 ± 3.40 ^a
Kilogramos totales al nacer (kg)	3.78 ± 0.99 ^a	3.75 ± 1.21 ^a	3.76 ± 1.12 ^a
Kilogramos totales al destetar (kg)	18.44 ± 0.98 ^a	18.78 ± 6.12 ^a	18.64 ± 6.02 ^a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas ($p\leq 0.05$).

Macedo y Arredondo, (2007) encontraron peso al nacer de 2.6 a 2.8 kg en peso de corderos de la raza Pelibuey, siendo casi igual para la raza Pelibuey e inferior que lo encontrado en este trabajo. Kirenia *et al.*, (2011) encontraron en corderos de la raza Pelibuey los pesos al nacer de 2.95 a 3.0 kg siendo igual al peso al nacer en corderos de la raza Blackbelly e inferior a la raza Pelibuey. En otras razas cárnicas lanares, como son la Corriedale o Romney Marsh, los pesos al nacer son mayores con 3.4 a 4.0 kg, respectivamente siendo superiores a los encontrados en este trabajo con razas nativas, Revidatti *et al.*, (2004). Macías, (2010) evaluó ovinos de las razas katadhin, Dorper y Pelibuey encontraron los pesos al nacer de en promedio de 3.04 kg, 2.81 kg y de 2.96 kg,

respectivamente siendo similar a los encontrado en este trabajo para las razas Pelibuey y Blackbelly. El único peso superior en promedio fue el de los corderos de la raza Katadhin. En lo que se refiere al peso al nacer, González *et al.*, (2010) encontraron en corderos de la raza Pelibuey de 1.63 kg, los más bajos, hasta de 2.0 kg, mientras que en este trabajo los peso al nacer en la raza Pelibuey fueron de 2.85 kg y para la raza Blackbelly de 2.95 kg, siendo superiores en 40% hasta un 70%.

En lo que se refiere al promedio de peso de la camada al destete, González *et al.*, (2010) encontraron pesos de 10.5 kg hasta de 13.3 kg, siendo inferiores a los presentados en este trabajo que fueron de 18.4 kg para la raza Pelibuey y de 18.7 kg para la raza Blackbelly. Ayudo mucho la buena condición corporal al momento de parir las borregas y la producción de leche que se mantuvo al continuar la suplementación de concentrado aunado a sus horas de pastoreo. Macedo y Arredondo, (2007) trabajando con ovinos de la raza Pelibuey, comentan para sistemas de producción ovina extensivos, se ha identificado al sexo y al número de corderos nacidos por parto como dos de los factores que ejercen una mayor influencia sobre el crecimiento de los ovinos, por un lado los machos son más pesados y tienen mayor tasa de crecimiento que las hembras y por el otro los corderos provenientes de parto simple son más pesados que los corderos de parto múltiple, siendo lo que encontramos en el presente trabajo y contrastando con lo encontrado en trabajo de Macedo y Arredondo, (2007) donde ellos trabajaron bajo condiciones de producción intensiva, encontrando que bajo del tipo de nacimiento del cual provino la oveja no afectó el tamaño y el peso al nacimiento de la camada. El tipo de nacimiento del cordero afectó su peso y crecimiento del nacimiento al destete, mientras que el sexo afectó su desarrollo desde el nacimiento hasta los 180 días de edad.

Sobrevivencia de los corderos

En el Cuadro 2, el porcentaje de sobrevivencia para la raza Pelibuey fue de 96.29% y para la raza Blackbelly fue de 97.36%. Entre razas no se encontró diferencia estadística significativa para dicha variable evaluada ($P>0.05$). La Importancia del incremento del peso al nacer de los corderos, repercute en la tasa de sobrevivencia, que sé hacer mayor y la tasa de mortalidad que se hace menor. González *et al.*, (2010) trabajaron con borregas de la raza Pelibuey en tres empadres bajo el esquema de empadres acelerados, cada 8 meses encontraron una mortalidad superior a lo encontrada en este trabajo del 5.2% hasta el 11.7%. Para este trabajo la mortalidad fue en la raza Pelibuey de 3.71 % (sobrevivencia de 96.29%) y para la raza Blackbelly fue de 2.64 % (sobrevivencia 97.36%), bajas ambas. El manejo favoreció para tener una baja mortalidad y con un empadre anual, vigilando condición y peso corporal de las borregas.

En el cuadro 3 se muestran las correlaciones entre las variables de tipo de parto, peso al nacer, peso al destete, kilogramos totales al nacer (KTN) y kilogramos totales al

destetar (KTD). Resaltan los coeficientes de correlación entre tipo de parto y peso al nacer y peso al destete, siendo negativos y altamente significativo ($P>0.0001$), con -0.47 y -0.44 ($P>0.05$), respectivamente. Tipo de parto y KTN y KTD fueron de 0.76 y 0.70, siendo también altamente significativos ($P>0.0001$). El peso al nacer y peso al destete fue de 0.50, altamente significativo ($P>0.0001$).

Cuadro 2. Efecto de la raza con respecto a la sobrevivencia de los corderos en razas tropicales.

Raza	Sobrevivencia de los corderos al destetar (%)
Pelibuey	96.29 ± 19.2 _a
Blackbelly	97.36 ± 16.2 _a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas ($p\leq 0.05$).

Cuadro 3. Correlaciones de las variables en los corderos.

Variable	Tipo de parto	Peso al nacer
Peso nacer	-0.47**	
Peso al destete	-0.44*	0.50**
Kilogramos totales al nacer	0.76**	0.13 ns
Kilogramos totales al destetar	0.70**	-0.17 ns

*Diferencias estadísticas entre columnas ($P>0.05$). ** Diferencias estadísticas entre columnas ($P>0.0001$). ns= no significativa.

Cruz *et al.*, (1998) encontraron que la correlación entre el peso y condición corporal fue de 0.47 y también encontraron que cada unidad de condición corporal tiene una equivalencia en el peso corporal de 2.41 kg, en la raza Pelibuey. Dicha correlación fue superior a la obtenida en este trabajo. Lo interesante también del trabajo de Cruz *et al.*, (1998) fue que también analizaron algunas constantes de sangre en las cuales de cuantificar a las borregas en tres condiciones corporales estas constantes sanguíneas (proteínas totales, albumina, urea y glucosa) al mejorar la condición corporal mejoran estas constantes también, lo que repercute en mejor alimentación y salud para las madres y en el futuro para los corderos. En otro trabajo, Molina *et al.*, (1991), encontraron que los valores de correlación fueron similares a los obtenidos en este trabajo en borregas de la raza Manchega en las correlaciones de peso corporal y tipo de parto 0.50 a 0.60. El porcentaje diferencial tuvo un rango del 40 a más del 70%. Carrera *et al.*, (2015) trabajaron con borregas y corderos de la raza Hampshire encontrando correlaciones genéticas del -0.48 entre el tipo de parto y peso al destete de los corderos, ligeramente superior al encontrado para el presente de trabajo de -0.44 .

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas en los parámetros de productividad evaluados en las razas Pelibuey y Blackbelly, numéricamente la raza Blackbelly fue ligeramente superior. Las correlaciones genéticas evaluadas fueron estadísticamente significativas entre el tipo de parto y peso al nacer (negativa), peso al destete (negativa), kilogramos totales al nacer y al destete. El peso al nacer se correlacionó con el peso al destete. Dichos resultados son promisorios para las razas nativas para efectuar programas de mejoramiento genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, Ch. M. (2002). Posicionamiento de la carne ovina en el mercado mundial. Memorias II Taller sobre sistemas de producción ovina del noreste y golfo de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd Victoria, Tamaulipas, México, 78-100 pp.
- Carrera, I., Chávez, J., Meza, E. (2015) Parámetros Genéticos e Índices de Selección para Corderos y Borregas Hampshire bajo Crianza Intensiva en un Rebaño de la Costa Central del Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 26(1): 66-76.
- Cruz, M. E., García, M. G., Miranda, M. G., León, Á. E. Fonseca, J. Y. (1998) Relación entre peso vivo, condición corporal e indicadores bioquímicos de la nutrición en ovejas vacías y secas de la raza Pelibuey. Nota breve. Universidad de Granma. Cuba. Archivos de zootecnia. 48(182): 224.
- García, L.C., Sánchez Del Real, C., Ocaña, E., Gallegos-Sánchez, J., Pérez-Hernández, P. (2001). Diagnóstico de la ovinocultura nacional. En: Situación de la ganadería en México. CIESSTAM, Texcoco, Estado de México. México. 45-63 pp.
- Góngora-Pérez, R. D., Góngora-González, S. F., Magaña-Magaña, M. A., y Lara y Lara, P. E., (2010). Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México, Agronomía Mesoamericana. 21. 131-144.
- González-Garduño, R., Torres-Hernández, G., Castillo-Álvarez, M. (2002). Crecimiento de corderos Blackbelly entre nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Veterinaria México. 33: 443-453.
- González, G. R, Torres, H. G., Arece, J. G. J. (2010). Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. Zootecnia Tropical. 28(1): 51-56.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., Regalado-Arrazola, F. M., Oliva-Hernández, J. (2009). Crecimiento Prenatal y Predestete en Corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus Cruces en el Sureste de México. Revista Científica. XIX(5): 522-532. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=959/95911615013>
- Hinojosa-Cuéllar, J.A., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J. C. (2013). Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Archivos de Medicina Veterinaria. 45, 135-143. <http://redi.uady.mx:8080/bitstream/handle/123456789/1743/art04.pdf?sequence=1>
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., Oliva-Hernández, J., Torres-Hernández, G., Segura-Correa, J. C., González-Garduño, R. (2015). Productividad de ovejas F1 Pelibuey x Blackbelly y sus cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Archivos de medicina veterinaria. 47(2): 167-174. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2015000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Kirenía, P. C., Norge, F. F., Jaime, V. A., Niurky, R. G., Aroldo, B. L. (2014). Utilización de la *Leucaena leucocephala* como alimento local para la oveja Pelibuey durante la gestación. Revista Granma Ciencia. 18(1):1-5.
- Macedo, R., Alvarado, A. (2005). Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas Pelibuey bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. Archivos de zootecnia. 54(205): 51-62. <https://www.engormix.com/ovinos/articulos/efecto-epoca-monta-sobre-t26217.htm>
- Macedo, R. y Arredondo, V. (2007). Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. Archivos de zootecnia. 57(218): 220.
- Macías, C. U. (2010). Eficiencia productiva de ovinos de pelo y el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de corderos en el norte de México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. 17-22 pp.
- Magaña-Monforte, J. G., Huchin-Cab, M., Ake-López, R. J., Segura-Correa, J. C. (2013). A field study of reproductive performance and productivity of Pelibuey ewes in Southeastern Mexico. Tropical Animal Health and Production. 25, 173-178.
- Molina, A., Gallego, L., Sotillo, J. L. (1991). Evolución anual del peso vivo y de la nota de condición corporal de ovejas de raza Manchega en diferentes estados productivos. Universidad de Murcia, España. Archivos de zootecnia. 40: 237-249.
- Muñoz-Osorio, G. A., Aguilar-Caballero, A. J., Sarmiento-Franco, L. A., Wurzinger, M., Cámara-Sarmiento, R. (2015). Descripción de los sistemas intensivos de engorda de corderos en Yucatán, México. Nova scientia. 7(15): 207-226. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052015000300207&script=sci_arttext
- Notter, D. R. (2000). Potential of hair sheep in the United States. Journal of Animal Science, 1977, Supplement, 1, 1-8.
- Revidatti, M. A., Capellari, A., Rebak, G. I., Domínguez, I. F. H. (2004). Crecimiento de corderos hasta el destete de razas doble propósito y triple cruza en la provincia de Corrientes. Cátedra de Introducción a la Producción Animal. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Corrientes, Argentina. *Estación Experimental Agropecuaria-INTA-Mercedes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/4-Veterinaria/V-057.pdf>
- Spide, P. L., Rothschild, M. F., Wundor, W. W. (1981). Genética Aplicada. Animal Science Department. Iowa State University. Ames, IA, USA.

CUBIERTAS PLÁSTICAS Y SU EFECTO SOBRE VARIABLES MICRO CLIMÁTICAS EN INVERNADERO EN YUCATÁN, MÉXICO

Wilson Ildefonso Avilés-Baeza¹ y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá, km 25 antigua carretera Mérida- Motul, Mocochoá, Yucatán, México

Autor de correspondencia : lozano.monica@inifap.gob.mx (Mónica Guadalupe Lozano-Contreras)

Recibido: 08/julio/2020

Aceptado: 22/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Aunque se han estudiado las variaciones micro climáticas de invernaderos en diferentes países, los modelos no son iguales y en condiciones tropicales son escasos los estudios que describen la dinámica micro climática en su interior. En el estado de Yucatán, se construyen invernaderos en los cuales es importante optimizar y controlar el manejo del ambiente. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el efecto de diferentes cubiertas plásticas sobre las principales variables micro climáticas en un invernadero. Se utilizó un invernadero tipo capilla de 432 m² (36 m de largo x 12 m de ancho), cuatro m de alto al marco y una ventana cenital de 0.8 m, malla perimetral antiáfidos de color blanco cristal, con una densidad de 40 x 25 hilos/pulg² y tres diferentes tipos de plástico en la parte superior a manera de "techo"; cada una con una superficie de 144 m² (12 x 12 m). Los tratamientos fueron las cubiertas superiores: 1) Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo (BL 25%), 2) Plástico verde clorofila (PLVC) 3) Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo (BL 50%) y se utilizó un testigo 4) a Campo abierto (CA). Se registraron las variables: Temperatura (°C), Humedad relativa (%) e Intensidad luminosa (Lumen/πe²), cada hora durante los meses de mayo a septiembre. La cubierta plástica BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo), permitió los menores incrementos de luz y temperatura, además de presentar menores reducciones de la humedad relativa durante el día y especialmente durante el período crítico detectado. Se detectó un período crítico de las 12 a las 15 horas, en el cual se presentaron las temperaturas y luminosidad máximas durante el día y se registraron los valores mínimos de humedad relativa.

Palabras clave: microclima, invernaderos, chile habanero

PLASTIC COVERS AND THEIR EFFECT ON MICRO-CLIMATE VARIABLES IN GREENHOUSE IN YUCATÁN, MEXICO

ABSTRACT

Although the micro climatic variations of greenhouses have been studied in different countries, the models are not the same in tropical conditions and there are only a few studies available that describe the micro climatic dynamics inside. In Yucatan state, Mexico, mostly small greenhouses are built, where it is important to optimize and control the environment parameters. Due to this, a study was carried out to know the effect of different plastic covers on the main micro climatic variables in a greenhouse. A 432 m² chapel greenhouse (36 m long x 12 m wide), four m high to the frame and a zenith window of 0.8 m, glass-white anti-aphids perimeter mesh with a density of 40 x 25 threads / in² was used and three different types of plastic on top as a "roof"; each one with an area of 144 m² (12 x 12 m). The treatments were the top covers: 1) Milky white plastic with 25% shade (BL 25%), 2) Green chlorophyll plastic (PLVC) 3) Milky white plastic with 50% shade (BL 50%) and a Control treatment 4) an Open field (CA). Variables recorded were: Temperature (°C), Relative humidity (%) and Luminous intensity (Lumen / ft²), every hour during the months of May to September. The BL 50% plastic cover (Milky white plastic with 50% shading), allowed the smallest increases in light and temperature, in addition to presenting smaller reductions in relative humidity during the day and especially during the critical period detected. A critical period of 12 to 15 hours was detected, in which the maximum temperatures and luminosity were present during the day and in which the minimum values of relative humidity were recorded.

Keywords: microclimate, greenhouses, habanero chile

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha desarrollado investigación sobre el uso de invernaderos y el comportamiento de los factores ambientales que se manejan dentro de este sistema de producción. Este control cobra mucha importancia en épocas del año donde las condiciones climatológicas son muy adversas y no se puede producir a campo abierto (Corrales, 2010). Debido a esto, han aparecido en el mercado de los

insumos agrícolas diferentes tipos de plásticos para invernaderos desarrollados para acondicionar la radiación que incide sobre el material vegetal, unas veces filtrando y otras intensificando determinadas longitudes de onda (Flores *et al.*, 2003). Las empresas que se dedican a la producción de nuevos materiales están trabajando con numerosos aditivos para cubiertas, muchos de los cuales se habían dejado de utilizar porque limitaban la vida útil de los plásticos y no se conocía su importancia agronómica sobre los cultivos. En la

actualidad se están fabricando materiales foto selectivos que modifican el espectro de luz que pasa a través del filme de forma de incrementar la actividad fotosintética del cultivo (Flores *et al.*, 2003).

Corrales (2010), realizó estudios con cubiertas plásticas color verde (con complejo a base de níquel), blanco (Tinuvín 494) y amarillo (Smart Light RL 1000). Se encontró que el invernadero cubierto con plástico blanco produjo mayor cantidad de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) (9,715 frutos), en comparación con los plásticos verde (7,792 frutos) y amarillo (8,589 frutos) además, los cultivos bajo cubierta de plástico blanco presentaron mayor materia seca. Con respecto a mallas sombra, existen de color negro y aluminadas, estas son ampliamente utilizadas en el cultivo protegido de plantas hortícolas como técnica de control de la luz y la temperatura (Ayala-Tafoya *et al.*, 2011). De acuerdo con resultados de Ayala-Tafoya *et al.*, (2011), las mallas de color perla con 30 a 50% de sombra constituyen una alternativa para mejorar el cultivo de tomate de invernadero ya que incrementaron significativamente los rendimientos hasta un 28.1%.

Aunque se han estudiado las variaciones micro climáticas de invernaderos en diferentes países, los modelos no son iguales (Arellano *et al.*, 2006) y en condiciones tropicales, son escasos los estudios que describen la dinámica micro climática en su interior y tampoco hay información del efecto de estas variables en las relaciones de intercambio de gases e hídricas en cultivos (Jaimez *et al.*, 2005). En Yucatán existen actualmente 32.8 hectáreas activas de estructuras de protección, de las cuales 3.0 hectáreas (9.0%) corresponden a casas sombra, en las cuales se cultivan principalmente chile habanero, chile xcatik, chile dulce, tomate y pepino persa para exportación (SNIDRUS, 2019). Sin embargo, aún se requiere mejorar en el aspecto productivo ya que en general no se ha obtenido el éxito deseado. En el aspecto físico de las estructuras, un factor importante es el tipo de cubiertas que se utilizan, las cuales son muy diversas y ocasionan diferentes variaciones micro climáticas que pueden o no ser favorables a las plantas, considerando el clima cálido que predomina en el estado. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el efecto de diferentes cubiertas plásticas sobre las principales variables micro climáticas en un invernadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Establecimiento del experimento

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Conkal ubicado en el municipio de Conkal, Yucatán, México. El periodo de trabajo de campo fue de mayo a septiembre. Se utilizó un invernadero tipo capilla de 432 m² (36 m de largo x 12 m de ancho), cuatro m de alto al marco y una ventana cenital de 0.8 m, malla perimetral antiáfidos de color blanco cristal, con una densidad de 40 x 25 hilos/pulg² y tres diferentes tipos de plástico en la parte

superior a manera de “techo”; cada una con una superficie de 144 m² (12 x 12 m). Los tratamientos fueron las cubiertas superiores: 1) Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo (BL 25%), 2) Plástico verde clorofila (PLVC) 3) Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo (BL 50%) y se utilizó un testigo 4) a Campo abierto (CA).

Variables de respuesta

Se registraron las variables: Temperatura (°C), Humedad relativa (%) e Intensidad luminosa (Lumen/pie²), cada hora durante los meses de mayo a septiembre. Para medir las variables ambientales se utilizaron dataloggers de la marca HOBO modelo H8, similares a los utilizados por Arellano *et al.*, (2006) en invernaderos de Almería, España. Los dataloggers se ubicaron, uno en el centro de cada cubierta a una altura 90 cm. El período de mayo a septiembre representa una de las temporadas de mayor riesgo para el cultivo de solanáceas como los tomates y chiles en la región por lo cual para simular las condiciones de evapotranspiración se estableció un cultivo de chile habanero con la variedad “Habanero” (Séminis). El trasplante se realizó con distanciamientos entre líneas de 1.5 m y entre plantas de 0.3 m, para una densidad de 22,200 plantas/ha.

Los datos colectados fueron agrupados en intervalos de cuatro horas (0-3, 4-7, 8-11, 12-15, 16-19 y 20-23 horas) y analizados mediante análisis de varianza, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (tomando como repeticiones los cuatro valores colectados en cada intervalo) y pruebas de medias por el método de Tukey.

RESULTADOS

Temperatura (°C)

Las temperaturas fueron más altas durante la noche y madrugada a campo abierto (CA) (de las 20 a las 7 horas) y durante el día adentro del invernadero (de las 8 a las 15 horas) (Cuadro 1). Las más altas temperaturas se registraron de 12 a 15 horas, período en el cual la cubierta BL 50% registró la menor temperatura adentro del invernadero con 38.23°C. De 16 a 19 horas, no se detectaron diferencias significativas. Es importante señalar que las altas temperaturas representan un riesgo para el cultivo, esto porque a temperaturas superiores a los 40°C la actividad fotosintética de las plantas, se puede ver afectada debido al cierre de estomas (Lira 2007). En las regiones tropicales, donde los promedios de temperatura anual son superiores a 20 °C y sus variaciones diarias menores a 15°C, los diseños de invernaderos debieran lograr sistemas de enfriamiento y de sombreo especialmente en los momentos de máxima radiación, complementados con la optimización de la apertura de las ventanas laterales (E.-Jaimez *et al.*, 2005). Considerando que *Capsicum chinense* necesita temperaturas diurnas de entre 20-26°C con límites mínimos y máximos de 20 y 32°C (ecocrop.fao.org) fue evidente que el límite máximo se rebasó desde las 8 hasta las

19 horas en todos los casos, con un período crítico de 12 a 15 horas, en el cual todos los tratamientos rebasaron la temperatura máxima de referencia por 2.59°C en el caso de Campo abierto y por 9.72°C en el caso de Plástico verde clorofila (PLVC) (Figura 1). Esta situación puede indicar la necesidad de implementar otras estrategias para reducir aún más la temperatura como la ventilación forzada y la nebulización de agua al interior del invernadero.

Cuadro 1. Temperaturas (°C) en intervalos de cuatro horas en invernadero de mayo a septiembre.

Horas	Sig	Tratamientos				
		BL 25%	PLVC	BL 50%	CA	CV (%)
00-03	**	23.74 ^b	23.63 ^b	23.40 ^b	25.14 ^a	0.54
04-07	**	23.07 ^b	22.94 ^{bc}	22.67 ^{bc}	24.59 ^a	0.55
08-11	**	34.23 ^{ab}	35.32 ^a	22.67 ^{bc}	32.10 ^b	4.27
12-15	**	41.62 ^b	42.72 ^a	38.23 ^c	35.59 ^d	0.63
16-19	NS	33.12	33.37	32.11	31.33	2.99
20-23	**	25.17 ^b	25.14 ^b	24.92 ^b	26.80 ^a	0.40

BL 25% (Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo); PLVC (Plástico verde clorofila); BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey (p<0.01). NS = Diferencias no significativas.

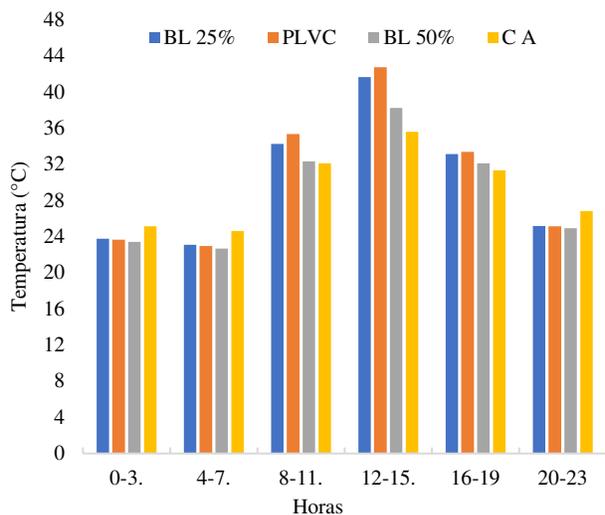


Figura 1. Temperaturas medias registradas durante el día, en el periodo de mayo a septiembre de 2007.

Humedad relativa (%)

La humedad relativa más baja se registró a campo abierto en todos los intervalos de tiempo, mientras que adentro del invernadero la cubierta BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo), registró en promedio la humedad más alta con 36.53% durante el período crítico de temperatura de 12 a 15 horas (Cuadro 2). Considerando que la humedad relativa óptima para *Capsicum* reportada por Iglesias (2006), es de 65 a 70%, esta fue deficitaria durante el período de 8 a 19 horas, en el cual todos los tratamientos registraron valores por debajo del 65%, con un período crítico de 12 a 15 horas en el cual los valores van de 28.54% (CA) a 36.53% (BL50%). Este período coincidió con el período crítico identificado en la variable temperatura (Cuadros 1; Figura 2). Los

invernaderos en México dependen principalmente de la ventilación natural como mecanismos de control atmosférico, aunque son insuficientes para mitigar los efectos negativos de la temperatura y la humedad ambiental generadas en su interior, en un intervalo fuera de los valores óptimos para el desarrollo de los cultivos (López-Cruz *et al.*, 2007). Hay grandes fluctuaciones día/noche de los valores de la temperatura y la humedad relativa (López *et al.*, 2004, Costa y Giacomelli, 2005); además, los niveles normales de CO² disminuyen, especialmente durante las horas de mayor incidencia de radiación solar. Por tanto, para un buen manejo del cultivo se requiere climatización artificial del ambiente del invernadero con sistemas de calefacción, ventilación forzada, nebulización, refrigeración y enriquecimiento de la atmósfera mediante CO². (López-Cruz *et al.*, 2007)

Cuadro 2. Humedad relativa (%) en intervalos de cuatro horas en invernadero de mayo a septiembre de 2007

Horas	Sig	Tratamientos				
		BL 25%	PLVC	BL 50%	CA	CV (%)
00-03	**	92.31 ^a	91.87 ^a	83.39 ^b	45.97 ^c	0.67
04-07	**	92.31 ^a	93.86 ^a	85.66 ^b	47.95 ^c	0.66
08-11	**	55.56 ^a	52.16 ^a	54.30 ^a	32.82 ^b	13.63
12-15	**	33.49 ^b	31.67 ^b	36.53 ^a	28.54 ^c	2.20
16-19	**	55.53 ^a	54.92 ^a	51.82 ^a	34.17 ^b	9.19
20-23	**	86.33 ^a	85.70 ^a	76.71 ^b	43.25 ^c	1.55

BL 25% (Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo); PLVC (Plástico verde clorofila); BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey (p<0.01). NS = Diferencias no significativas.

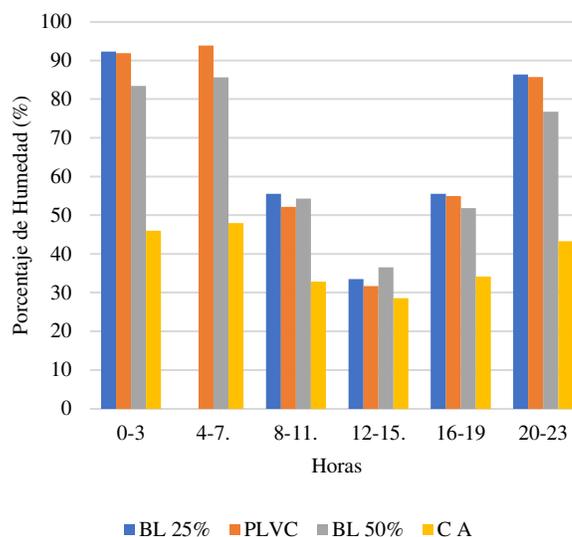


Figura 2. Comportamiento de la Humedad relativa registrada durante el día, en el periodo de mayo a septiembre de 2007. Intensidad luminosa

En el caso de la luz, esta fue similar en todos los tratamientos en los intervalos de 0 a 3 y de 20 a 23 horas. A campo abierto (CA) se registraron los valores más altos de 4 a 7 y de 8 a 11 horas, mientras que los tratamientos BL 25% (Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo) y PLVC (Plástico verde clorofila) registraron los valores más altos de 12 a 15 y de 16 a 19 horas. Durante los intervalos de mayor iluminación (4 a 19 horas) la cubierta BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50%

de sombreo) registró los valores más bajos, incluso en el período de mayor temperatura (12 a 15 horas) fue el tratamiento con menos luz adentro del invernadero con 387.16 Lumen/pie² (Cuadro 3).

Cuadro 3. Intensidad luminosa (Lumen/pie²) en intervalos de cuatro horas en invernadero de mayo a septiembre de 2007.

Horas	Sig	Tratamientos				
		BL 25%	PLVC	BL 50%	CA	CV (%)
00-03	NS	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0
04-07	NS	33.15	35.64	23.17	101.73	148.46
08-11	*	818.96 ^{ab}	848.65 ^a	642.40 ^b	883.71 ^a	11.04
12-15	**	910.77 ^a	911.40 ^a	736.99 ^c	805.99 ^b	0.89
16-19	**	530.39 ^a	513.78 ^a	387.16 ^b	492.78 ^a	9.19
20-23	NS	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0

BL 25% (Plástico blanco lechoso al 25% de sombreo); PLVC (Plástico verde clorofila); BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey ($p \leq 0.01$). NS = Diferencias no significativas.

CONCLUSIONES

La cubierta plástica BL 50% (Plástico blanco lechoso al 50% de sombreo), permitió los menores incrementos de luz y temperatura, además de presentar menores reducciones de la humedad relativa durante el día y especialmente durante el período crítico detectado.

Se detectó un período crítico de las 12 a las 15 horas, en el cual se presentaron las temperaturas y luminosidad máximas durante el día, así como los valores mínimos de humedad relativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala-Tafoya, F., Zatarain-López, D. M., Valenzuela-López, M., Partida-Ruvalcaba, L., Velázquez-Alcaraz, T. J., Díaz-Valdés, T., Osuna-Sánchez, J. S. A. (2011) Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. *Terra Latinoamericana*. 29(4): 403-410. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57322342006.pdf>
- Arellano, G. M. A., Valera, M., Diego, L., Urrestarazu, G. M. García G. S., Sánchez, S. A., Soria, R. J. (2006) Estudio del microclima en dos subtipos de invernaderos Almería. *Agricultura Técnica en México*. 2(32): 225-234. <https://www.redalyc.org/pdf/608/60832210.pdf>
- Corrales, S. C. (2010) Efecto de tres películas plásticas sobre el microclima del invernadero y el comportamiento agronómico de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Mill. Tesis de grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Regional San Carlos Escuela De Agronomía. 25-29 pp.
- Costa, P., Giacomelli, G. (2005) Los planes del éxito, agricultura protegida: productividad basada en el nivel tecnológico. *Productores de Hortalizas*. 48-52.
- E.-Jaimez, R., Da-Silva, R., D' Aubeterre, A., Allende, J., Rada, F., Figueiral, R. (2005) Variaciones microclimáticas en invernadero: efecto sobre las relaciones hídricas e intercambio de gases en pimentón (*Capsicum annuum*). *Agrociencia*. 39(1): 41-50. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239105.pdf>
- Flores, L., Hernández, A., Lesino, G. (2003) Transmitancia de materiales fotoselectivos para cubiertas de invernaderos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 7(2): 849-854. <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2003/2003-t008-a009.pdf>
- Iglesias, N. (2006) Producción de hortalizas bajo cubierta. Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte. *Boletín de Divulgación Técnica* N° 49. Centro Regional Patagonia Norte-Estación Experimental Agropecuaria Alto valle. INTA. Rio Negro, Argentina. 26 p.
- Lira, R. H. (2007) Fisiología vegetal. 2 Ed. México. Trillas. 237 p.
- López-Cruz, I. L., Rojano-Aguilar, A., Ojeda-Bustamante, W., Salazar-Moreno, R. (2007) Modelos ARX para predecir la temperatura del aire de un invernadero: una metodología. *Agrociencia*. 41: 181-192. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952007000200181&lng=es&nrm=isos
- López, C. I. L., VanThoor, B. A., Rojano, A. (2004) Modelos dinámicos mecanicista y empírico para predicción de la temperatura en un invernadero mexicano. VI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola. Noviembre 22-24. San José Costa Rica. 14 p.
- SNIDRUS. (2019) Reporte interno sobre agricultura protegida. Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Solicitado a la Delegación Yucatán el 20 de agosto de 2019.

DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE BORREGAS NATIVAS TROPICALES

Octavio Rojas-Rodríguez¹, María de la Luz Murguía-Olmedo¹, Eulogía Nah-Chan² y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, Mocochá, Yucatán, México.

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3 Antigua Carretera Mérida-Motul, CP 97345 Conkal, Yucatán, México.

Autor de contacto: rojas.octavio@inifap.gob.mx (Octavio Rojas-Rodríguez)

Recibido: 08/julio/2020

Aceptado: 22/julio/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Actualmente los borregos nativos tropicales, son las razas con mayor interés para estudiar su comportamiento productivo en condiciones de pastoreo y estabulación, gran desempeño reproductivo, resistencia parasitaria a parásitos gastrointestinales, climas templados facilidad adaptativa a climas tropicales, subtropicales y templados y base genética de muchos cruzamientos con razas sintéticas y cárnicas. Por otro lado, su población pura ha disminuido por el abuso exagerado de cruzamientos. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el desempeño reproductivo de las razas nativas Pelibuey y Blackbelly. Se utilizaron dos lotes de borregas para efectuar empadre semi-controlado de animales puros. Las variables fijas evaluadas fueron: raza, condición corporal y edad de las borregas. Las variables dependientes evaluadas fueron: fertilidad, peso corporal de las borregas durante la gestación, peso al parto. En los resultados se puede observar que la fertilidad tuvo una diferencia del 9.28 % para la raza Pelibuey en comparación con la raza Blackbelly. También se puede observar que conforme mejora la condición corporal se incrementa la fertilidad de las borregas. Con respecto a la edad de las borregas se observa que conforma la edad de las borregas la fertilidad mejora en más del 40 %. También se observó un incremento de 80 g del peso corporal siendo positivo en las borregas nativas durante el empadre semi-controlado en ambas razas. Se encontró una tendencia positiva proporcional en las cuatro categorías de condición corporal con el peso corporal, mayoritariamente. De la mejor categoría de peso corporal a la más baja hubo una diferencia de más de 6 kg. La diferencia de peso corporal de las borregas de mayor edad en comparación con las de menor edad corporal fue en el peso inicial al empadre de 10.49, y al final del empadre de 11.32 kg, respectivamente. Para la fluctuación de peso corporal durante la gestación, la raza Blackbelly superó ligeramente a la raza Pelibuey en un 15%. En las dos razas se mantuvo la condición corporal durante el periodo de gestación en la categoría de 2.5. El peso corporal en la raza Blackbelly fue mayor al término de la gestación que en la raza Pelibuey en un 5%. Al parir, las borregas Pelibuey perdieron un 16.0 %, mientras que las borregas Blackbelly fue del 19.4 %, del peso corporal, respectivamente. Por lo que, se determina que la fertilidad fue influenciada por la condición corporal y la edad de las borregas, así como por el peso al inicio y al finalizar el empadre semi-controlado.

Palabras clave: desempeño, reproductivo, borregas, nativas.

REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF TROPICAL NATIVE EWES

ABSTRACT

Currently, native tropical sheep are the breeds with the greatest interest to study their productive behavior under grazing and stable conditions, great reproductive performance, parasitic resistance to gastrointestinal parasites, temperate climates, adaptive facility to tropical, subtropical and temperate climates, and the genetic base of many crosses with synthetic and meat breeds. On the other hand, its pure population has decreased due to the exaggerated abuse of crosses. Due to this, the present work was carried out to find out the reproductive performance of the native Pelibuey and Blackbelly breeds. Two batches of lambs were used to carry out semi-controlled breeding of pure animals. The fixed variables evaluated were breed, body condition and age of the lambs. The dependent variables evaluated were fertility, body weight of the lambs during pregnancy, weight at calving. In the results the fertility had a difference of 9.28% for the Pelibuey breed compared to the Blackbelly breed. It can also be seen that as the body condition improves, the fertility of the sheep increases. Regarding the age of the lambs, it is observed that the age of the lambs makes fertility improve by more than 40%. An 80 g increase in body weight was also observed, being positive in the native lambs during the semi-controlled breeding in both breeds. A proportional positive trend was found in the four categories of body condition with body weight, mostly. From the best body weight category to the lowest there was a difference of more than 6 kg. The difference in body weight of the older lambs compared to those of the younger body age was in the initial weight at breeding of 10.49, and at the end of breeding, of 11.32 kg, respectively. For body weight fluctuation during pregnancy, the Blackbelly breed slightly outperformed the Pelibuey breed by 15%. In both races, body condition was maintained during the gestation period in the 2.5 category. Body weight in the Blackbelly breed was 5% higher at the end of gestation than in the Pelibuey breed. At calving, the Pelibuey ewes lost 16.0%, while the Blackbelly ewes were 19.4%, of the body weight, respectively. Therefore, it is determined that fertility was

influenced by the body condition and age of the lambs, as well as by the weight at the beginning and at the end of the semi-controlled breeding.

Keywords: performance, reproductive, ewes, native

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los pequeños rumiantes en México han estado en manos de los productores más marginados, de menores recursos económicos y alejados de los beneficios de la asistencia técnica y la tecnología (Lovera, 2014). Sin embargo, en la producción ovina, cada vez o más frecuente el flujo de capital financiera, dando origen a una producción pecuaria empresarial muy promisoría. Los ovinos en México y en otros países de Latinoamérica en especial los de pelo, han tenido un importante impulso y desarrollo en años recientes, derivado del aumento sostenido de los precios a nivel mundial en especial de la carne sea de animales en pie, de canal o producto terminado. En México los ovinos nativos muestran una gran difusión en la república mexicana por su gran adaptabilidad a climas tropicales, subtropicales y templados y áridos. Así como relevancia como razas maternas en los cruzamientos, convirtiéndolos en razas muy demandadas (Aguilar et al., 2017).

Por ello, es indudable que la ovinocultura en México está en un proceso de transformación hacia nuevas formas y sistemas de producción. Esta dinámica ha empezado a influir en países centroamericanos que están dándole una mayor importancia a la ovinocultura y en especial a la de ovinos de pelo (de Lucas, 2011). Sin embargo, se debe cuidar que la producción se base en mejoras substanciales de la eficiencia reproductiva y productiva de la explotación. De las principales actividades productivas que tiene la ovinocultura están las del empadre, el diagnóstico de gestación, la parición y el destete. El empadre es una actividad organizativa, que cuando se planifica correctamente, calendariza las demás actividades subsecuentes y de la correcta planeación puede ser el éxito en la fertilidad. El diagnóstico de gestación es otra actividad fundamental que hacerla con la técnica correcta en el tiempo correcto hacen eficientes los recursos económicos y planifica alimentación correcta de borregas sin desperdiciar recursos económicos en alimento y vacunas. La temporada de partos se convierte en un momento crítico, ya que se debe de tener cuidado de las borregas principalmente, en los últimos días de gestación donde se pueden perder algunos corderos al nacer, que es ahí donde se produce la nueva generación de reemplazos que en caso de hembras y de ventas en el caso de los machos, de ahí su importancia. Para el caso del destete, que se produce alrededor de los 60 días de edad de los corderos, representa el logro de que las tecnologías aplicadas durante este periodo (Rojas et al., 2000).

La sumatoria de la correcta aplicación de las tecnologías nos ayuda a optimizar los recursos físicos, económicos con la finalidad de incrementar la producción. Durante los últimos años, el INIFAP ha desarrollado y evaluado tecnologías, las cuales, ofrecen alternativas eficientes en los diversos

sistemas de producción para los ovinos tropicales. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el desempeño reproductivo de las razas nativas Pelibuey y Blackbelly.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se estableció en el Campo Experimental Mocochoá del INIFAP, el cual se ubica en el municipio de Mocochoá, Yucatán, México (20°29'08.1" de latitud norte y 89°24'39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima es de tipo Aw, el cual es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, precipitación y temperatura promedio anual de 997 mm y 26.5°C respectivamente.

Establecimiento del experimento

Todas las borregas que participaron en el empadre se obtuvo su peso corporal, marcadas con cinta de colores en el cuello para poderlas separar al regreso del pastoreo en las praderas de pasto Tanzania, Mombasa. Se utilizó un empadre semi-controlado con duración de 45 días con un total 122 borregas: 52 borregas de la raza Pelibuey y 70 borregas Blackbelly, entre los meses mayo – junio. Fueron suplementados al regreso del pastoreo con 250 g/borrega/día de un alimento comercial con 18% de PC en la etapa inicial y conforme avanza la gestación se incrementó a 500 g/borrega/día. Una vez terminado el empadre, a los 45 días se realizó el diagnóstico de gestación utilizando el Doppler para determinar las borregas gestantes y separarlas de borregas no gestantes (vacías) y se sustituyó el collar por otro color.

Obtención del peso y condición corporal

A todas las borregas desde la separación de los lotes para empadralos fueron pesados con báscula con jaula bien adaptada y equilibrada donde se obtuvo el peso corporal de las borregas dietadas antes de salir al pastoreo. Se pesaron aproximadamente cada mes para poder obtener información de la evolución del peso corporal. Para la obtención de la condición corporal se utilizó la técnica de palpación de las apófisis espinosas y transversales descrita por Manazza, (2006), la cual consiste palpar la región lumbar de las borregas con el pulgar hacia arriba sintiendo las apófisis de las vértebras espinosas y con los dedos por debajo sintiendo las apófisis de las vértebras transversos de la misma región. Posteriormente se palpan la zona lumbar a la altura de los riñones para sentir profundidad de la grasa y el musculo. Con esa información se obtienen 5 categorías con sus puntos intermedios. Dicha medición fue realizada durante todo el experimento por personal adiestrado, siempre fue el mismo

personal y las actividades se realizaron al mismo tiempo para no estresar borregas.

Variabes de respuesta

Las variables fijas de respuesta fueron: raza, condición corporal y edad de las borregas. Las variables dependientes de respuesta fueron: fertilidad, peso corporal de las borregas durante el empadre, la gestación y peso al parto. Los datos de registros se analizaron en el programa SAS (ver 9.0), a través de un modelo lineal. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan. También se obtuvieron correlaciones de variables relevantes.

RESULTADOS

En el Cuadro 1, se observa que la fertilidad post empadre no tuvieron diferencia estadística ($P>0.05$); pero numéricamente hubo diferencias para la raza Pelibuey en comparación con la raza Blackbelly. Dicho resultado es atribuible a la proporción de borregas empadradas por lote, donde en la raza Pelibuey fue de un semental por 52 borregas y en la raza Blackbelly fue de un semental por 70 borregas. En el Cuadro 2 se puede observar que conforme mejora la condición corporal se incrementa la fertilidad de las borregas. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.01$) entre las categorías de 2.5-3.0 y las demás categorías. También la categoría de 2 tuvo diferencia estadística significativa ($P<0.01$) para la categoría de 1.5. Cabe resaltar que la fertilidad fue muy mala en esta categoría. De manera que es importante señalar que es necesario tener en cuenta que las hembras tengan una condición 3 para que los resultados en la fertilidad sean satisfactorios.

Cuadro 1. Fertilidad obtenida en el empadre de dos razas ovinas tropicales.

Raza	Numero de Observaciones	Fertilidad (%)
Pelibuey	52	80.76 ± 39.79 ^a
Blackbelly	70	75.71 ± 43.19 ^a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan ($p\geq 0.05$).

Cuadro 2. Porcentaje de fertilidad de acuerdo a la condición corporal de las dos razas ovinas

Condición Corporal	Numero de Observaciones	Fertilidad (%)
1.5	02	00.00 ± 00.00 ^c
2.0	13	53.84 ± 51.88 ^b
2.5	68	73.52 ± 44.44 ^a
3.0	39	97.43 ± 16.01 ^a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan ($p\leq 0.01$).

El Cuadro 3, indica que si se tienen diferencias significativas ($P<0.01$) en la fertilidad de acuerdo a la edad que presentan los ovinos. Las borregas primaras (1 año de edad) fueron diferentes a las borregas de 2 o más años. Se puede observar que a partir del segundo año la fertilidad se incrementa hasta un 76% siendo al tercer año donde se encontró un mayor porcentaje de fertilidad (92.85), para luego decaer con borregas de más de 4 años en adelante en un 16%.

Cuadro 3. Porcentaje de fertilidad en relación a la edad de los ovinos en el post-empadre.

Edad (años)	Numero de Observaciones	Fertilidad (%)
1	21	52.38 ± 51.17 ^b
2	25	76.00 ± 43.58 ^a
3	42	92.85 ± 26.06 ^a
4 o más	34	76.47 ± 43.05 ^a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan ($p\leq 0.01$).

En el Cuadro 4 podemos observar los pesos corporales de las borregas al inicio y termino del empadre semi-controlado entre las razas Pelibuey y Blackbelly. En el cual no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) con respecto al peso corporal, ni al inicio, ni al término del empadre. Se observa una ganancia de peso positiva en los 45 días del empadre.

Cuadro 4. Peso inicial y final del empadre de dos razas ovinas tropicales

Raza	Numero de Observaciones	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)
Pelibuey	52	30.66 ± 6.21 a	31.53 ± 6.78 a
Blackbelly	70	31.63 ± 7.02 a	32.47 ± 6.37 a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan ($p\geq 0.05$).

En el Cuadro 5 se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.01$) entre las diferentes categorías de condición corporal. Las categorías de 3 de la condición corporal fue estadísticamente diferente ($P<0.01$) a las categorías de 1.5 y 2 y similar a la categoría de 2.5, para las variable de peso corporal al final del empadre se tuvo un comportamiento muy parecido al peso corporal inicial, la categoría de 3 de condición corporal fue diferente estadísticamente ($P<0.01$) a las categorías de 2.5, 2.0, y 1.5, respectivamente. De igual manera la tendencia numérica en los 4 niveles de condición corporal fue directamente proporcional al peso corporal en la mayoría de las categorías. De la mejor categoría de peso corporal a la más baja hubo una diferencia de más de 6 kg.

Cuadro 5. Condición Corporal de acuerdo a los pesos corporales (inicial y final) durante el empadre semi-controlado de las razas nativas ovinas

Condición Corporal	Numero de Observaciones	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)
1.5	02	28.50 ± 2.12 b	30.00 ± 2.82 b
2.0	13	28.01 ± 4.76 b	27.76 ± 4.53 b
2.5	68	29.79 ± 6.73 ab	30.56 ± 5.97 b
3.0	39	34.90 ± 5.77 a	36.24 ± 6.18 a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan ($p\leq 0.01$).

Se observa en cuadro 6 como en el tercer y cuarto año de la edad de las borregas tanto para la variable peso inicial y peso final de las borregas durante en empadre semi-controlado fueron diferentes estadísticamente ($P<0.01$) a las demás categorías de edad de las borregas. También la categoría de 2 años de las borregas fue diferente estadísticamente ($P<0.01$) a menor edad de las borregas. La diferencia de peso

corporal de las borregas de mayor edad en comparación con las de menor edad corporal fue en el peso inicial al empadre de 10.49, y al final del empadre de 11.32 kg respectivamente.

Cuadro 6. Peso inicial y peso final de las borregas de acuerdo a la edad durante el empadre.

Edad (años)	Numero de Observaciones	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)
1	21	24.18 ± 2.77 ^c	24.28 ± 3.39 ^c
2	25	27.91 ± 7.16 ^b	29.16 ± 4.42 ^b
3	42	33.90 ± 4.75 ^a	34.84 ± 5.10 ^a
4 o más	34	34.67 ± 5.68 ^a	35.60 ± 5.98 ^a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan (p<0.01)

Con respecto a la fluctuación de peso corporal durante la gestación de ambas razas no se encontraron diferencias significativas (P>0.05), aunque numéricamente la raza Blackbelly superó ligeramente a la raza Pelibuey; siendo los valores de diferencia de entre peso inicial y peso final de 5.89 y 6.82 kg, para las razas Pelibuey y Blackbelly respectivamente, con una GPD de 39.79 y 46.08 g respectivamente (Cuadro 7). Por otro lado, en el Cuadro 7 se puede observar la condición corporal al principio y término de la gestación, no encontrando diferencias significativas (P>0.05) entre las dos razas en estudio. En las dos razas se mantuvo la condición corporal durante el periodo de gestación.

Cuadro 7. Fluctuación del peso corporal en borregas tropicales y Condición corporal (CC), durante el periodo de gestación

Peso	Raza	
	Pelibuey	Blackbelly
1	31.14 ± 5.65 ^a	32.20 ± 5.51 ^a
2	31.74 ± 5.92 ^a	33.01 ± 6.06 ^a
3	35.60 ± 6.11 ^a	37.68 ± 6.62 ^a
4	37.03 ± 6.79 ^a	39.02 ± 7.27 ^a
CC inicio	2.81 ± 0.29 ^a	2.81 ± 0.26 ^a
CC final	2.32 ± 0.31 ^a	2.35 ± 0.29 ^a

Pesaje cada 30 días aproximadamente. Condición corporal (CC). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan (p<0.05).

En el cuadro 8, se muestra la fluctuación del peso corporal al final de la gestación y al momento del parto por cada raza evaluada en este estudio. El peso corporal en la raza Blackbelly fue mayor al término de la gestación que en la raza Pelibuey en un 5%. (Pb= 37.0 kg vs Bb= 39.0 kg, respectivamente), sin ser estadísticamente diferente (P>0.05). Lo interesante del cuadro es que también se incluyó el peso al momento del parto de las borregas por raza, observándose como en forma abrupta pierden peso corporal, que para la raza Pelibuey fue del 16.0 % mientras que para la raza Blackbelly fue del 19.4 % (Pb 31.0 kg vs Bb 31.4 kg).

Cuadro 8. Fluctuación del peso corporal (kg) de las borregas tropicales al final de la gestación y al momento del parto.

Variables	Razas	
	Pelibuey (kg)	Blackbelly (kg)
Peso al final gestación	37.03 ± 6.79 a	39.02 ± 7.27 a
Peso al parto	31.07 ± 5.34 a	31.44 ± 4.49 a

Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Duncan (p<0.05).

DISCUSIÓN

Fertilidad

Buratovich, (2010), menciona que la fertilidad puede verse afectada por numerosos factores como son el estrés, la estación del año, el intervalo parto-servicio, las condiciones climáticas, la presencia y comportamiento de los machos, la edad de la oveja y la alimentación. Para efectos del control para este trabajo se tomaron en cuenta la alimentación y suplementación, el control del estrés a través de los manejos desde el pastoreo, separación de borregas por raza, suplementación de concentrado, previniendo las enfermedades bacterianas y parasitarias condicionadas por el clima, el intervalo parto – servicio ya que las ovejas fueron manejadas con un parto al año. Pérez et al., (2011), encontraron que los productores de Veracruz, que más utilizan el empadre semi-controlado, en comparación con empadre corto con monta controlada y el continuo fueron los productores empresariales en un 23%, siendo que le falta difusión por su facilidad de establecerse con productores de subsistencia y de transición debido a que muchos de estos productores su principal problema es la falta de alimento sobretodo en la época de seca y no tienen los medios económicos para aportar un suplemento alimenticio. Este tipo de empadre fue el utilizado en este trabajo debido a que se utiliza muy poco personal y su facilidad de aplicación, económico, conservación de pureza racial y con buenos resultados de fertilidad.

Cancino et al., (2004), trabajaron con razas nativas (Pelibuey y Blackbelly) con diferentes dietas incluidas con aceite encontraron fertilidades del 74.5% al 84.7%. Muy similares a las encontradas en este trabajo que fueron de 75.7% al 80.7%, también utilizando razas nativas. Rangel et al., (2014), compararon un empadre semi-controlado vs un empadre continuo encontrando mejor fertilidad en el empadre semi-controlado en promedio del 83.0% de fertilidad, siendo ligeramente superior al encontrado en este trabajo para las dos razas nativas con un promedio de fertilidad del 78.2%. La raza Pelibuey tuvo una fertilidad de 80.7%, bastante parecida al trabajo de Rangel et al., (2014). La peor fertilidad obtenida en el trabajo de Rangel et al., (2014), fue con empadre continuo donde obtuvieron una fertilidad del 43.1%, ellos utilizaron las razas Blackbelly, Dorper y Katadhin.

de Lucas, (2010a) y Rojas et al., (2015), mencionan la importancia de la condición corporal antes y durante el empadre, entre otros factores, debe tomarse en cuenta para tener buen porcentaje de fertilidad. La condición corporal está muy relacionada con la tasa productiva del rebaño, por ejemplo influye en la cantidad de corderos que la oveja puede tener, es por esto, que la condición debe ser buena. En general las ovejas con buena condición física, calificación 3 a 4, quedan más fácilmente cubiertas gestantes, por lo que, pueden parir más corderos. Las ovejas flacas o muy gordas

tienen problemas y, por lo tanto, producen menos crías o no producen ninguna. Para este trabajo se utilizó esta tecnología y se evaluó la condición corporal antes y al término del empadre semi-controlado, la información mencionada por de Lucas (2010a) coincide con lo encontrado, la peor fertilidad se obtiene en las borregas jóvenes, las cuales no gestaron, conforme se incrementó la condición corporal se mejoró la fertilidad hasta el 97.4%, no hubieron borregas de mayor grado de condición corporal de 3.5 hasta 5 (muy obesas), pero seguramente algunas de ellas con baja fertilidad o nula.

El promedio de condición corporal encontrado en este trabajo fue de 2.81 para todas las borregas al inicio del empadre coincidiendo con lo reportado por Romero (2015), donde menciona que para empadrear borregas deben estar en condición corporal de entre 2.5 a 3.0, pero no coincidiendo por lo reportado por Kremer, (2004), donde menciona que para tener una buena fertilidad las borregas antes del empadre deberán tener una fertilidad de 3 a 3.5 y para Sánchez, (2003) la buena fertilidad se obtiene cuando las borregas están entre el rango de condición corporal de 3 - 4. Tamayo et al., (2004), también clasificaron a las borregas por condición corporal (CC) en regulares (CC 2,3 y4), Buena y mala (CC 1 y 5) siendo la fertilidad para la primera de 85.3% vs la fertilidad de este trabajo de 74.9%, siendo inferior. Para la CC mala en este trabajo fue de 0% la fertilidad y para el trabajo de Tamayo et al., (2004) fue de promedio del 70.4%, englobando las de baja y alta CC. Siendo superior a lo encontrado para este trabajo. La condición corporal (CC) ha sido ampliamente difundida como una herramienta útil para determinar, de una manera expeditiva, el estado en que se encuentran los animales y su relación con determinadas funciones productivas y reproductivas, Giraud, (2009). Este mismo autor, menciona que la interpretación práctica de la medición de la condición corporal es que menos de 2 en la escala, los resultados esperados serán de regulares a malos. Coincide con lo encontrado en el trabajo donde las borregas de 1.5 tuvieron una mala fertilidad (0.0%) y también Giraud, (2009), menciona que las borregas de condición corporal 2.0 a 3.0 tendrán resultados buenos a muy buenos coincidiendo con los resultados de este trabajo, del 53.8 al 97.4% de fertilidad.

El peso corporal o peso vivo en una etapa en particular es el mejor indicador para establecer en qué condición se encuentran los vientres, sin embargo, la problemática surge cuando se tiene una variación en el peso demasiado grande entre los vientres y entre razas; así como por el manejo de pesar continuamente los animales cuando son rebaños grandes. En cambio, un ovinocultor que comience a evaluar la condición corporal puede establecer estrategias de alimentación con el único fin de tratar de mantener el nivel óptimo de productividad en su rebaño. La condición corporal se basa en una prueba subjetiva a ojo. Cuando se tiene experiencia, esta práctica se realiza rápidamente, y nos proporciona información valiosa sobre las estrategias a las que se debe de dar seguimiento para obtener buenos resultados productivos, Sánchez, (2003). Tamayo et al.,

(2004) clasificaron las borregas en tres categorías por jóvenes, viejas y maduras encontrando la fertilidad en promedio fue de 88.9%, 81.8% y 68.3%, respectivamente. Dichos resultados contrastan con lo encontrado en el trabajo debido a que en las borregas jóvenes (1 año de edad) tuvieron una fertilidad inferior (52.3%), las borregas maduras que serían las borregas entre 2 y 3 años de edad, tuvieron una fertilidad promedio de 84.4%, que es muy superior a lo encontrado por Tamayo et al., (2004), con 8.3%. Para las borregas viejas ellos encontraron el 81.8 % de fertilidad vs el 76.4 % de fertilidad para este trabajo, siendo inferior.

Buratovich (2010), menciona que la fertilidad varía a lo largo de la vida de la oveja, dependiendo de la raza estudiada. El investigó la fertilidad de 7 razas ovinas y 2 cruza a lo largo de toda su vida. Observó que la fertilidad promedio, era de 45-75 % al primer año, subía al 85-95 % entre los 4-6 años, para volver a descender al 60-80 % a los 9 años. Misma tendencia encontrada en las borregas utilizadas en este trabajo donde con los datos se ve una curva primero ascendente, pico y luego descendente. En el trabajo de Buratovich (2010), observa que la fertilidad en las borregas jóvenes fue del 45-75 %, mientras que para este trabajo fue del 52.3 %, encontrándose dentro del rango mencionado. Para las borregas entre 2 y 3 años, Buratovich (2010), tuvo una fertilidad del 85-95% y para este trabajo se encontró entre rango de 76 y 92.8 % con promedio de 84.4%, solo las borregas de dos años tuvieron fertilidad un poco baja y las de tres años dentro del rango. Para el tercer grupo de borregas de 9 años, Buratovich (2010), encontraron una fertilidad del 60 – 80 %, lo encontrado para este trabajo en borregas de 4 o más años fue del 76.4 %, encontrándose dentro del rango reportado.

Gestación

Carrillo et al., (1997), encontraron que el promedio de la duración de ovejas nativas tropicales fue de 149.7 ± 2.05 días. Encontraron que los principales efectos que la afectan fueron el peso total de las crías al nacer y peso de la oveja al parto. De ahí la importancia de estar verificando el peso corporal de las borregas durante la gestación, como fue el caso en este trabajo, la raza Pelibuey fue de 5.8 kg y para Blackbelly fue de 6.8 kg desde el inicio al término de gestación. Estos datos coinciden con lo reportado por Vega y García (2011), donde ellos comentan que las ovejas gestantes, es necesario ofrecerles alimentos que suplan sus necesidades nutricionales, proporcionándoles energía y proteínas adicionales en momentos oportunos. Durante la gestación la futura madre debe acumular reservas corporales que permitan después del parto realizar una buena producción de leche, la oveja mal alimentada produce menos leche y manifiesta menor instinto maternal que las madres bien alimentadas, de ahí que el incremento de peso de las borregas fue de más de 6 kg de peso corporal para este trabajo.

Cabe hacer mención que la ganancia de peso mayor de las borregas se dio en los últimos 100 días de gestación donde

incrementaron las borregas más del 80% del peso corporal ganado durante la gestación, este trabajo coincide parcialmente por lo reportado por García (1993) y Lucas y Salvador (2010), donde ambos mencionan que las máximas ganancias de peso durante el periodo de gestación, asociadas al crecimiento del feto o los fetos estuvieron en los últimos 50 días. Kremer (2004), menciona que, a mitad de la gestación, las ovejas pueden perder algo de condición corporal (medio punto) pero en el último tercio todas deben estar en el rango de 2.5 a 3.5, a los efectos de un buen crecimiento fetal, desarrollo de la ubre y enfrentar el parto con reservas corporales. Para este trabajo las borregas al final de la gestación, a pesar de los esfuerzos del pastoreo y del incremento de la suplementación, la condición corporal fue ligeramente menor a la reportada en el rango de ese trabajo. En cambio para Romero (2015), la condición corporal en gestación temprana debe estar en rango de 3.0 a 3.5 y para gestación tardía 2.5 a 3.0, donde para este trabajo se encontró ligeramente abajo. Para de Lucas (2010b), menciona que la condición corporal en borregas gestantes del principio a la mitad de la gestación será de mínimo de tres, cuando en el presente trabajo fue de 2.8 en promedio. de Lucas (2010b) también menciona que las borregas del último tercio de la gestación debe ser de condición corporal 4, cuando en el trabajo efectuado fue de 2.3. Cabe mencionarse que dichos autores la información para condición corporal fueron trabajos efectuados con razas lanares y este trabajo fue con razas nativas tropicales, que no son tan pesadas y llenas de carnes. Para Girauo (2009) recomienda que las borregas debieran estar en condición corporal entre 2 y 3 en todas las etapas reproductivas y productivas, coincidiendo a lo encontrado en este trabajo, que los resultados de condición corporal estuvieron dentro de ese rango.

CONCLUSIONES

La fertilidad fue influenciada por la condición corporal y la edad de las borregas así como por el peso al inicio y al finalizar el empadre semi-controlado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. U., Berruecos, V. J. M., Espinoza, G. B., Segura, C. J. C., Valencia, M. J., Roldán, R. A. (2017). Origen, historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 20: 429-439. <https://pdfs.semanticscholar.org/c78a/5a74b5c26167e324581304bafa3c505ee6b4.pdf>.
- Buratovich, O. (2010). Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan. parte 1: la alimentación. *Carpeta Técnica, Ganadería* N° 34, EEA INTA Esquel. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/76-Eficiencia_reproductiva.pdf
- Cancino, A. G., Aké, L. R., Herrera, C. J., Magaña, M. J. (2004). Efecto de la suplementación energética sobre la fertilidad y la prolificidad de ovejas de pelo. *XL Reunión Nacional de Investigaciones Pecuarías Yucatán*. P 144.
- Carrillo, L., Segura, C. J. C., Sarmiento, F. L. (1997). Algunos factores que determinan el período de gestación en ovejas de pelo. *Revista Biomédica*. 8(1): 15-20. http://imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=21463&id_seccion=136&id_ejemplar=2208&id_revista=22
- García, D. G. (1993). Gestación y lactancia en ovejas de la zona central. *Manejo Alimenticio de los ovinos en la VI región*. Hidango, VI región. Serie la platina No. 43. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/78-gestacion_lactancia_chile.pdf
- Girauo, G. C. (2009). El empleo de la condición corporal como indicador del estado nutricional de los ovinos. *Presencia*. 54: 32-35. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-condicioncorporal.pdf>
- Kremer, R. (2004). Estimación del estado nutricional del ovino en pie y terminación en carcasas. *Departamento de Ovinos, Lanar y Caprinos. Facultad de Veterinaria. Universidad de la R.O. del Uruguay*. 1-4 pp. <https://docplayer.es/6617802-Estimacion-del-estado-nutricional-del-ovino-en-pie-y-terminacion-en-carcasas-dr-roberto-kremer-dep-ovinos-lanas-y-caprinos-fac.html>
- de Lucas, T. J. (2010a). Evaluación de la condición corporal en las ovejas. *Fortalecimiento del sistema producto ovinos. Tecnologías para Ovinocultores. Serie: Producción. Sistema Producto Ovinos*. 135-140 pp. <https://www.uno.org.mx/sistema/pdf/produccion/evaluaciondelacondicion.pdf>
- de Lucas, T. J. (2010b). Preparación de las ovejas al empadre y parto. *Fortalecimiento del sistema producto ovinos. Tecnologías para Ovinocultores*. 179. Serie: Reproducción. *Sistema Producto Ovinos*. 179-183 pp. <https://www.uno.org.mx/sistema/pdf/reproduccion/preparaciondelasovejas.pdf>
- de Lucas, J. T. (2011). Estrategias reproductivas para aumentar la producción de corderos. *Sistema Producto Ovinos*. 1-13 pp. https://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/9_jdlt_estrategias_repro.pdf
- Lovera, K. M. (2014). Anteproyecto de inversión para la comercialización de ganado ovino en los municipios de Ixtlahuaca, Capulhuac y Toluca, Estado de México 2013. *Tesina que para obtener el título de Licenciada en Relaciones Económicas Internacionales. Facultad de Economía. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México*. 17-26 pp. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94411/TESINA%20FINAL%20IMPRESI%C3%93N%20FEBRERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manazza, J. (2006). Condición corporal en ovinos. *Visión Rural* 13 (60): 1-3. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/condicion_corporal_ovinos/72-condicion_corporal_en_ovinos.pdf
- Pérez, H. P., Vilaboa, A. J., Chalate, M. H., Martínez, B. C., Díaz, R. P., López, O. S. (2011). Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de

- Veracruz, México. Revista Científica, XXI (4): 327-334.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918727007>
- Rangel, C., Ferrer, A., Rojas-Ronquillo, M. R., Daniel, I. C., Cabrera, A., Lamoglia, M. A. (2014). Porcentaje de gestaciones en ovinos de pelo estabulados en el trópico de Veracruz afectados por el tipo de empadre y raza. XLI Reunión de la Asociación Mexicana para la producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. (AMPA). 587 p.
- Romero, O. (2015). Evaluación de la Condición Corporal y Edad de los ovinos. Herramientas de Manejo Animal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Temuco - Chile Informativo n° 79. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40188.pdf>
- Rojas, R. O., Bores, Q. R. F., Murguía, O. M., Ortega, R. L. (2000). Producción de Ovinos de pelo en el trópico. Secretaria de Agricultura, Ganadería y desarrollo Rural e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Editorial FUNDACIÓN PRODUCE YUCATÁN, A.C. Mérida Yucatán México. 37- 44 p.
- Rojas, R. O., Murguía, O. M., Castillo, H. J., Nah, CH. E. (2015). Factores involucrados en la fertilidad durante el empadre de las borregas. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Toluca. pp. 72-74. LI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Toluca de Lerdo, Estado de México.
- Sánchez, D. F. (2003). Condición corporal en ovejas. Facultad de Agronomía. 1-3 pp. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/condicion_corporal_ovinos/07-cc.pdf
- Tamayo, C. J. R., Heredia, A. M., Porras, A. A., Velázquez, M. P., Rojas, M. S., Carrillo, P. G., Arrieta, B. E. (2004). Evaluación del “efecto macho” sobre la productividad de la oveja de pelo durante la época de anestro. XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán. 48-50 pp.
- Vega, P. A. C., García, B. R. D. (2011). Guía Práctica para pequeños productores ovinos. Proyecto Alianza Ovina con la Asociación de Productores Ovinos del Tundama y Sugamuxi “ASOPROVINOS”. Fundación Social de Holcim, Colombia. 41-61 pp. https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta-produccionovina_inta.pdf

CUBIERTAS PLÁSTICAS Y SU EFECTO SOBRE VARIABLES MICRO CLIMÁTICAS EN CASA SOMBRA EN YUCATÁN, MÉXICO

Wilson Ildefonso Avilés-Baeza¹ y Mónica Guadalupe Lozano-Contreras¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Instituto Campo Experimental Mocochoá, km 25 antigua carretera Mérida- Motul, Mocochoá, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: lozano.monica@inifap.gob.mx (Mónica Guadalupe Lozano-Contreras)

Recibido: 21/julio/2020

Aceptado: 11/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

En Yucatán existen actualmente 32.8 hectáreas activas de estructuras de protección, de las cuales 2.93 hectáreas (9.0%) corresponden a casas sombra. En ellas se cultivan principalmente chile habanero, chile xcatik, tomate y en muy poca superficie cebollina y epazote (SNIDRUS, 2019). La cubierta plástica es un factor determinante en las variaciones micro climáticas adentro de las estructuras y sobre el comportamiento del cultivo. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el efecto de diferentes cubiertas plásticas sobre las principales variables micro climáticas en una casa sombra. Se utilizó una casa sombra de 2,560 m² (64 x 40 m) con una malla perimetral bicolor (blanco cristal–negro) a una densidad de 40 x 25 hilos/pulg² y tres diferentes tipos de malla en la parte superior a manera de “techo”, cada una con una superficie de 853.3 m² (20.3 x 40 m). Los tratamientos fueron las cubiertas superiores: 1) Malla antiáfidos color blanco-cristal 40 x 25 hilos/pulg² (BLANCA) 2) Malla antiáfidos bicolor (blanco-cristal / negro) 40 x 25 hilos/pulg² (BICOLOR), 3) Malla sombra negra 14 x 14 hilos/pulg² (NEGRA), 4) Campo abierto (CA). Se registraron las variables: Temperatura (°C), Humedad relativa (%) e Intensidad luminosa (Lumen/pie²), cada hora durante los meses de abril a julio. Las mallas NEGRA y BICOLOR permitieron los menores incrementos de temperatura y las menores reducciones de la humedad relativa durante el período crítico detectado. En este mismo período, la malla BICOLOR permitió la mayor incidencia de luz, después del Campo abierto (CA). Se detectó un período crítico de las 12 a las 15 horas en el cual se presentaron las temperaturas y luminosidad máximas durante el día y en el cual se registraron los valores mínimos de humedad relativa.

Palabras clave: microclima, casa-sombra, hortícolas

PLASTIC COVERS AND THEIR EFFECT ON MICROCLIMATE VARIABLES IN CASA SOMBRA IN YUCATÁN, MEXICO

ABSTRACT

In Yucatan there are currently 32.8 active hectares of protection structures, of which 2.93 hectares (9.0%) correspond to shade houses. They mainly cultivate habanero chile, xcatik chile, tomato and on very little surface chives and epazote. The plastic cover is a determining factor in the micro climatic variations inside the structures and on the behavior of the crop. Due to this, the present work was carried out, to know the effect of different plastic covers on the main micro climatic variables in a shade house. A 2,560 m² (64 x 40 m) shade house was used with a two-color perimeter mesh (glass white-black) at a density of 40 x 25 threads / in² and three different types of mesh on the top as a “roof”. Each with an area of 853.3 m² (20.3 x 40 m). The treatments were the upper covers: 1) 40 x 25 threads / in² white-glass anti-aphids mesh (WHITE) 2) Two-color (white-glass / black) anti-aphids mesh 40 x 25 threads/in² (BICOLOR), 3) Shade mesh black 14 x 14 threads / in² (BLACK), 4) Open field (CA). Variables were recorded: Temperature (°C), Relative humidity (%) and Luminous intensity (Lumen / ft²), every hour during the months of April to July. The BLACK and BICOLOR meshes allowed the smallest increases in temperature and the smallest reductions in relative humidity during the critical period detected. In this same period, the BICOLOR mesh allowed the highest incidence of light, after the Open Field (CA). A critical period of 12 to 15 hours was detected in which the maximum temperatures and luminosity were presented during the day and in which the minimum values of relative humidity were recorded.

Keywords: microclimate, shade house, horticultural

INTRODUCCIÓN

Para los pequeños y medianos productores, los costos de los invernaderos tecnificados constituyen una limitante de producción, por lo cual surgen las casas sombra, como una estructura alternativa para la producción de alimentos a un costo significativamente menor, que también ofrece ventajas

y beneficios ambientales para el desarrollo de las plantas, superiores a los obtenidos en campo abierto (Castellano *et al.*, 2008; Briassoulis *et al.*, 2007; Zamorano, 2015). Las casas de sombra constituyen uno de los tipos de ambientes protegidos más frecuentemente utilizados en los trópicos con el propósito de reducir el flujo de radiación solar incidente sobre las plantas cultivadas en el interior, y moderar las

fluctuaciones diurnas y estacionales de otras variables ambientales (Gutiérrez *et al.*, 1999).

Las casas de sombra son frecuentemente empleadas a gran escala en el cultivo de diferentes plantas ornamentales de exportación (helechos, flores, follajes) y a nivel artesanal como estructuras para la propagación, la aclimatación y la comercialización de plantas (Gutiérrez *et al.*, 1999). Las casas sombra son de ventilación pasiva y se forman con malla o tela plástica tejida con entramados de cuadros que cubren estructuras tipo cobertizo de diferentes materiales (fierro galvanizado, madera, bambú, etc.), proporcionando a las plantas un ambiente con características superiores a las de campo abierto, brindando protección contra la alta intensidad de luz solar, lluvias torrenciales, vientos intensos, granizo, aves y roedores que dañan el cultivo, además de excluir plagas en el área de crecimiento, disminuyendo así la aplicación de productos químicos (Tanny *et al.*, 2006; Santoyo y Martínez, 2011; Juárez *et al.*, 2011; Srinivasan, 2011; Zamorano, 2015).

El uso de casa sombra representa una estrategia viable para aumentar la producción hortícola (Zamorano, 2015), ante este hecho es importante para una producción exitosa, el empleo de muchas de las técnicas de agroplásticultura como lo son el riego por goteo, fertirrigación, estructuras de protección, un programa de control de plagas y enfermedades, manejo de semilleros, acolchado plástico o el empleo de mallas (Zamorano, 2015). Mediante el empleo de mallas se puede reducir entre 10 a 95 % de la radiación solar, donde la cantidad de luz que se desea deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en cultivo. Las más utilizadas son de color negro y en menor cantidad rojo y azul (Juárez *et al.*, 2011), estas permiten alterar parcialmente el microambiente en el cual se desarrollan los cultivos. Por lo general son diseñadas para zonas de baja humedad relativa (minimizando las enfermedades fungosas), con alta radiación solar y temperaturas elevadas, que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, considerando que el calor es producido por la radiación infrarroja cercana (NIR), una malla sombra ideal debería ser un filtro selectivo que detuviera esa radiación sin afectar la radiación PAR o fotosintéticamente activa (Juárez *et al.*, 2011). Por ejemplo en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo casa sombra de distintos colores se reportó un incremento significativo de la humedad relativa del aire, la altura y el área foliar de las plantas, comparadas con las respuestas medidas a campo abierto y en cuanto al rendimiento total comercial y con calidad de exportación, los obtenidos con las mallas beige, roja, verde y azul fueron mayores a los conseguidos en el testigo sin malla y en el testigo comercial con malla negra (Ayala-Tafoya, 2015). Por esta razón, la cubierta plástica es un factor determinante en las variaciones micro climáticas adentro de las estructuras y sobre el comportamiento del cultivo. Aunque se ha realizado algunos estudios que describen la dinámica del micro clima en invernaderos en zonas tropicales (Jaimez *et al.*, 2005) esta dinámica es diferente en una casa sombra debido a la cubierta

permeable en la parte superior. Debido a ello, se realizó el presente trabajo, para conocer el efecto de diferentes cubiertas plásticas sobre las principales variables micro climáticas en una casa sombra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Establecimiento del experimento

El experimento se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Conkal ubicado en el municipio de Conkal, Yucatán, México. El periodo de trabajo de campo fue de abril a julio. Se utilizó una casa sombra de 2,560 m² (64 x 40 m) con una malla perimetral bicolor (blanco cristal–negro) a una densidad de 40 x 25 hilos/pulg² y tres diferentes tipos de malla en la parte superior a manera de “techo”, cada una con una superficie de 853.3 m² (20.3 x 40 m). Los tratamientos fueron los siguientes: 1) Malla antiáfidos color blanco-cristal 40 x 25 hilos/pulg² (BLANCA) 2) Malla antiáfidos bicolor (blanco-cristal /negro) 40 x 25 hilos/pulg² (BICOLOR), 3) Malla sombra negra 14 x 14 hilos/pulg² (NEGRA), 4) Campo abierto (CA).

Variables de respuesta

Se registraron las variables: Temperatura (°C), Humedad relativa (%) e Intensidad luminosa (Lumen/pie²), cada hora durante los meses de abril a julio. Para medir las variables ambientales se utilizaron dataloggers de la marca HOBO modelo H8, similares a los utilizados por Arellano *et al.*, (2006) en invernaderos de Almería, España. Los dataloggers se ubicaron, uno en el centro de cada cubierta a una altura 90 cm. El período de abril a julio representa una de las temporadas de mayor riesgo para el cultivo de solanáceas como los tomates y chiles en la región por lo cual para simular las condiciones de evapotranspiración se estableció un cultivo de chile habanero con la variedad “Habanero” (Séminis). El trasplante se realizó con distanciamientos entre líneas de 1.5 m y entre plantas de 0.3 m, para una densidad de 22,200 plantas/ha.

Los datos colectados fueron agrupados en intervalos de cuatro horas (0-3, 4-7, 8-11, 12-15, 16-19 y 20-23 horas) y analizados mediante análisis de varianza, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (tomando como repeticiones los cuatro valores colectados en cada intervalo) y pruebas de medias por el método de Tukey.

RESULTADOS

Temperatura (°C)

Las temperaturas fueron más altas durante la noche y madrugada a campo abierto (CA) (de las 20 a las 7 horas) y durante el día adentro de la casa sombra (de las 8 a las 15 horas) (Cuadro 1). Las más altas temperaturas se registraron de 12 a 15 horas, período en el cual la cubierta BICOLOR y

NEGRA registró la menor temperatura adentro de la casa sombra con 39.2 y 39.56°C respectivamente. En ese mismo período de tiempo, la cubierta BLANCA registró el valor más alto con 42.10°C. De 8 a 11 y de 16 a 19 horas, no se detectaron diferencias significativas.

Ramos-López *et al.* (2017), evaluaron tres cubiertas (polietileno transparente, polietileno y malla blancos tipo antiáfidos de 40 x 25 hilos/pulg²) y otro tratamiento a campo abierto durante cinco meses, con cultivo de tomate de cáscara donde registro temperaturas entre los 16 y 22°C, siendo la temperatura del aire bajo la cubierta de polietileno transparente, la que presentó menor variación y fue superior en 2.0°C a la temperatura de los ambientes sin cubierta y con malla blanca. Para nuestro caso las temperaturas óptimas de *Capsicum chinense* van de 20 a 26°C, con límites mínimos y máximos de 20 y 32°C, con lo cual el límite máximo se rebasó ligeramente de las 8 a las 11 horas en la cubierta BLANCA y en todos los casos de las 12 a las 19 horas, con un período crítico de 12 a 15 horas, en el cual todos los tratamientos rebasaron la temperatura máxima de referencia por 5.34°C en el caso de campo abierto y por 10.1°C en el caso de la cubierta BLANCA (Figura 1). En este período, las cubiertas BICOLOR y NEGRA registraron los valores más bajos con 39.2 y 39.6°C. Hashem *et al.* (2011), indican que el mayor incremento de la temperatura ocurre bajo cubiertas plásticas, tal como se observó en nuestra evaluación.

Cuadro 1. Temperaturas (°C) en intervalos de cuatro horas en casa sombra de abril a julio (Umán, Yucatán).

Hora	Sig	Blanca	Bicolor	Negra	C.A.	CV (%)
00-03	**	23.10 ^b	23.70 ^b	23.90 ^b	26.0 ^a	0.93
04-07	**	22.01 ^b	22.68 ^b	22.54 ^b	23.79 ^a	1.55
08-11	NS	32.55	31.16	31.74	33.39	2.8
12-15	**	42.10 ^a	39.20 ^b	39.56 ^b	37.34 ^c	0.96
16-19	NS	35.36	33.50	34.06	34.33	2.63
20-23	**	25.70 ^b	25.78 ^b	25.41 ^b	28.26 ^a	1.06

Malla antiáfidos color blanco-cristal 40 x 25 hilos/pulg² (BLANCA); Malla antiáfidos bicolor (blanco-cristal /negro) 40 x 25 hilos/pulg² (BICOLOR); Malla sombra negra 14 x 14 hilos/pulg² (NEGRA); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey (p≤0.01). NS = Diferencias no significativas

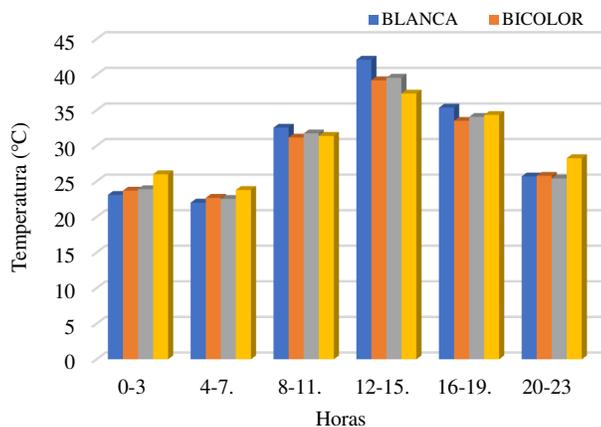


Figura 1. Temperaturas medias registradas durante el día, en el periodo de abril a julio de 2007

Humedad relativa (%)

Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que, a elevadas temperaturas, alimenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la humedad relativa (Martínez, 2008). Mientras que, con temperaturas bajas, la humedad relativa aumenta (Martínez, 2008). Durante nuestra evaluación, la humedad relativa más baja se registró en la cubierta BLANCA en todos los intervalos de tiempo evaluados (27-63% HR), seguido por el tratamiento establecido a Campo abierto (CA). Dentro de la casa sombra las cubiertas BICOLOR y NEGRA registraron los valores más altos de humedad relativa en todos los horarios (Cuadro 2).

Considerando que la humedad relativa óptima para *Capsicum* reportada por Iglesias (2006) es de 65 a 70%, esta fue deficitaria en todos los intervalos en la cubierta BLANCA, también a Campo abierto (CA) de 8 a 23 horas y en las cubiertas BICOLOR y NEGRA de 8 a 19 horas. Durante este período (8 a 19 horas), las cubiertas BICOLOR y NEGRA, registraron los valores más altos entre 33.18 y 49.19% (BICOLOR) y 34.75 a 49.74% (NEGRA), sobre todo de 16 a 19 horas. En general, estas cubiertas registraron los valores más altos de humedad relativa en todos los períodos (Figura 2). Es importante controlar la humedad relativa, cuando esta es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas (Martínez, 2008).

Cuadro 2. Humedad relativa (%) en intervalos de cuatro horas en casa sombra de abril a julio de 2007

Hora	Sig	Blanca	Bicolor	Negra	C.A.	CV (%)
00-03	**	58.66 ^c	88.80 ^a	88.20 ^a	64.30 ^b	0.67
04-07	**	63.40 ^d	95.27 ^a	91.38 ^b	70.91 ^c	0.68
08-11	**	37.95 ^b	59.59 ^a	60.25 ^a	48.65 ^{ab}	9.10
12-15	**	27.63 ^b	33.18 ^a	34.75 ^a	33.00 ^a	3.19
16-19	**	32.16 ^c	49.19 ^a	49.74 ^a	40.34 ^b	8.14
20-23	**	49.84 ^c	77.18 ^a	78.99 ^a	54.13 ^b	1.85

Malla antiáfidos color blanco-cristal 40 x 25 hilos/pulg² (BLANCA); Malla antiáfidos bicolor (blanco-cristal /negro) 40 x 25 hilos/pulg² (BICOLOR); Malla sombra negra 14 x 14 hilos/pulg² (NEGRA); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey (p≤0.01). NS = Diferencias no significativas

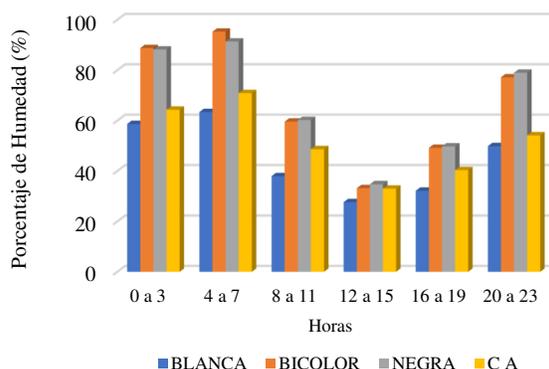


Figura 2. Comportamiento de la Humedad relativa registrada durante el día, en el periodo de abril a julio de 2007

Intensidad luminosa

En el caso de la luz, esta fue similar en todos los tratamientos en los intervalos de 0 a 3 y de 20 a 23 horas. A Campo abierto (CA) se registraron los valores más altos de 4 a 19 horas, seguido por la cubierta BLANCA (Cuadro 3). Las cubiertas BICOLOR y NEGRA registraron los valores más bajos de luz en este período, de 473.62 a 821.36 Lumen/pie² en la malla BICOLOR y de 463.85 a 671.86 Lumen/pie² en la malla NEGRA. Durante el período de mayor temperatura (12 a 15 horas), se observó que todos los tratamientos registraron valores de luminosidad estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 3), destacando la malla BICOLOR con la mayor cantidad de luz después de Campo abierto. En un estudio realizado por Ayala *et al.* (2013), utilizando diversas mallas de sombreado, los resultados obtenidos con las mallas roja, perla, azul y aluminada, son promovidos por mayores transmisiones de luz con mayor capacidad para penetrar el dosel vegetal, no sólo en cuanto a intensidad, sino también en calidad, referida principalmente a su componente de luz azul, con gran influencia en la apertura estomática, y de luz roja, cuya energía es más eficientemente absorbida por las clorofilas y transferida a los centros de reacción, extendiendo de ese modo la captura de energía que actúa eficazmente en las reacciones fotoquímicas, así como, por la participación de los fotorreceptores de luz roja (fitocromos A y B) y luz azul (criptocromo) en el desarrollo de los estomas (densidad adaxial y abaxial, diámetro polar y ecuatorial, etc.), en respuesta a la calidad de la luz.

Cuadro 3. Intensidad luminosa (Lumen/pie²) en intervalos de cuatro horas en casa sombra de abril a julio de 2007.

Hora	Sig	Blanca	Bicolor	Negra	C.A.	CV (%)
00-03	NS	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
04-07	NS	45.26	27.24	30.11	57.05	69.61
08-11	**	681.57 ^{ab}	610.51 ^b	603.52 ^b	872.32 ^a	12.38
12-15	**	707.19 ^c	821.36 ^b	671.86 ^d	921.14 ^a	1.27
16-19	**	559.09 ^{ab}	473.62 ^b	463.85 ^b	677.18 ^a	13.44
20-23	NS	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

Malla antiáfidos color blanco-cristal 40 x 25 hilos/pulg² (BLANCA); Malla antiáfidos bicolor (blanco-cristal/negro) 40 x 25 hilos/pulg² (BICOLOR); Malla sombra negra 14 x 14 hilos/pulg² (NEGRA); CA (Campo abierto). Literales distintas en hileras indican diferencias estadísticas Tukey (p≤0.01). NS = Diferencias no significativas.

CONCLUSIONES

Las mallas NEGRA y BICOLOR permitieron los menores incrementos de temperatura y las menores reducciones de la humedad relativa durante el período crítico detectado. En este mismo período, la malla bicolor permitió la mayor incidencia de luz, después del Campo abierto (CA). Se detectó un período crítico de las 12 a las 15 horas en el cual se presentaron las temperaturas y luminosidad máximas durante el día y en el cual se registraron los valores mínimos de humedad relativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, F., Yáñez, M., Partiva, L., Ruiz, F., Campos, H., Vázquez, O., Velázquez, T., y Díaz, T. (2013) Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreado fotoselectivo. Información Técnica Económica Agraria (ITEA). Número (111). 3-17pp. [http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2015/111-1/\(03-17\)%20ITEA%20111-1.pdf](http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2015/111-1/(03-17)%20ITEA%20111-1.pdf)
- Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T. de J., Valenzuela-López, M., Parra-Delgado, J. M. (2015) Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Revista fitotecnia Mexicana. 38(1): 93-99. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/38-1/10a.pdf>
- Briassoulis, D., Mistriotis, A., Eleftherakis, D. (2007) Mechanical behavior and properties of Agricultura nets. Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultura nets. Polymer Testing. 26(8): 970-984. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2007.06.010>
- Castellano, S., Scarascia, G. M., Russo, G., Briassoulis, D., Mistriotis, A., Hemming, S. yand Waaijenberg, D. (2008) Plastic nets in agriculture: a general review of types and applications. Applied Engineering in Agriculture. 24: 799-808. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301597344>
- Gutiérrez, M. V., Jiménez, K., Soto, D., Alpízar, M., Chinchilla, C. (1999-2002). El Microclima en una casa de sombra: Palmas y Zamia como Indicadores de Aclimatación a la luz. Revista De Agricultura Tropical. 32: 47-60. <https://core.ac.uk/reader/225145012>
- Hashem, F.A., Medany, M.A., Abd El-Moniem, E.M., Abdallah, M.M.F. (2011) Influence of green-house cover on potential evapotranspiration and cucumber water requirements. Annals of Agricultural Science 56(1): 49-55. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S057017831100029>
- Iglesias, N. (2006) Producción de hortalizas bajo cubierta. Estructura y manejo de cultivo para la Patagonia Norte. Boletín de Divulgación Técnica N° 49. Centro Regional Patagonia Norte-Estación Experimental Agropecuaria Alto valle. INTA. Río Negro, Argentina. 26 p.
- Juárez, L. P., Bugarín M. R., Castro, B. R., Sánchez-Monteón, A. L., Cruz-Crespo, E., Juárez, R. C. R., Alejo, S. G. y Balois, M. R. (2011) Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente. 3(8): 21-27. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf>
- Martínez Ramírez, J. N. (2008) Uso de diferentes cubiertas plásticas en invernaderos para mejorar los efectos de radiación, temperatura y humedad relativa. Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias. Especialización en Química Aplicada Agroplasticultura. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México. Agosto 2008. 18-29 pp.
- Tanny, J., Haijun, L., Cohen, S. (2006) Airtlow characteristics, energy balance and eddy covariance measurements in a banana screenhouse. Agricultural and Forest Meteorology. 139(1-2): 105-118. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.06.004>
- Santoyo, J. J. A., Martínez, A. C. O. (2011) Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. México. Fundación produce Sinaloa, A.C. 23 p.

- Shahak, Y., Ratner, K., Giller, Y.E., Zur, N., Or, E., Gussakovsky, E.E., Stern, R., Sarig, P., Raban, E., Harcavi, E., Doron, I., Greenblat-Avron, Y. (2008) Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photosensitive netting. *Acta Horticulturae* 772: 65-72. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.772.7>
- Srinivasan, R. (2011) Vegetable production under protective structures. SP-IPM Secretariat. Technical Innovation Brief. 12: 1-2. https://www.researchgate.net/publication/269991867_Vegetable_production_under_protective_structures
- Ramos-López, B. I., Martínez-Gutiérrez, G. A., Morales, I., Escamirosa-Tinoco, C., Pérez-Herrera, A. (2017) Consumo de agua y rendimiento de tomate de cáscara bajo diferentes cubiertas de invernaderos. *Horticultura Brasileira*, 35(2), 265-270. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170218>
- Zamorano Moreno, L. A. (2015) Efecto de Ja biofertilización en el crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de *Capsicum annuum* cv. California Wonder, cultivados con y sin acolchado plástico en casa sombra y campo abierto. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Agroplasticultura. Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2015. 25-36 pp.
- Zermeño González, A., Marroquín Morales, J. Á., Melendres Alvarez, A. I., Ramírez Rodríguez, H., Cadena Zapata, M., Campos Magaña, S. G. (2019) Propiedades espectrales de la cubierta de macro túneles y su relación con el crecimiento y rendimiento del chile poblano (*Capsicum annuum* L.). *Terra Latinoamericana*. 37(3): 253-260. <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/473/587>

ACTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES ACUOSOS EN LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* (ACARI: IXODIDAE): METAANÁLISIS Y ESTUDIO DE CASO CON *MIMOSA* SPP. Y *ACACIA* SPP. (FABACEAE)

Carlos Enrique Ibarra-Martínez¹, Benigno Ruiz-Sesma¹, Paula Mendoza-Nazar¹, María Ángela Oliva-Llaven¹, Carlos Tejeda-Cruz¹, Gerardo Uriel Bautista-Trujillo¹, Herbey Ruiz-Sesma¹, José Carlos Ibarra-Puón¹, Julia Guadalupe Grajales-Ruiz², Federico Gutiérrez-Miceli³, Erick Montejo-Canul⁴ y Esaú Ruiz-Sánchez⁴

¹**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**, Universidad Autónoma de Chiapas, Rancho San Francisco, Carr. Emiliano Zapata Km. 8, Del Frigorífico, C.P. 29060 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

²**DES Ciencias Agropecuarias**, Universidad Autónoma de Chiapas, Rancho San Francisco, Carr. Emiliano Zapata Km. 8, Del Frigorífico, C.P. 29060 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³**Tecnológico Nacional de México**. Instituto Tecnológico Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, KM 29020, Carr. Panamericana 1080, Boulevares, C.P. 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chis.

⁴**Tecnológico Nacional de México**. Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México. Tel. 01 (999) 9-12-41-30 Ext. 121.

Autor de correspondencia: esau.ruiz@itconkal.edu.mx (Esaú Ruiz-Sánchez)

Recibido: 16/julio/2020

Aceptado: 06/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El uso de extractos vegetales para el manejo de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* es una alternativa promisoriosa toda vez que el uso de acaricidas químicos ha generado poblaciones resistentes. En el presente trabajo se realizó un meta-análisis de estudios publicados en bases de datos de publicaciones científicas sobre la actividad biológica de extractos vegetales acuosos en *R. microplus*, las variables evaluadas fueron mortalidad de larvas, mortalidad de adultos e inhibición de oviposición. Además mediante ensayos de laboratorio se evaluó la toxicidad de extractos de *Acacia* spp. y *Mimosa* spp. contra la larva de *R. microplus*. El metanálisis mostró que los extractos acuosos tienen efecto significativo en las variables evaluadas. De las familias botánicas evaluadas, Sapotaceae tuvo mayores efectos. En los bioensayos de laboratorio con extractos acuosos de *Acacia* spp. y *Mimosa* spp. se observó que la efectividad más alta (93%) fueron para los extractos de *Acacia farneciana* (raíz) y *Acacia cornígera* (hoja). El valor más bajo de CL₅₀ lo tuvo el extracto de *A. cornígera* (hoja) (0.4 g / 100 mL). Los extractos acuosos tienen efectos significativos en la inhibición de la oviposición, mortalidad de larvas y mortalidad de adultos de *R. microplus*, por lo que los extractos de *Acacia* spp. resultan ser prometedores para el control del ectoparásito.

Palabras clave: extractos acuosos, efectividad ixodida, inhibición de oviposición, mortalidad, *Rhipicephalus microplus*.

ACTIVITY OF AQUEOUS PLANT EXTRACTS ON THE CATTLE TICK *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* (ACARI: IXODIDAE): META-ANALYSIS AND STUDY CASE USING *MIMOSA* SPP. Y *ACACIA* SPP. (FABACEAE).

ABSTRACT

The use of plant extracts to manage the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* is promising alternative as the use of chemical acaricides has selected resistance populations. In the present work, a meta-analysis was carried out with data of published scientific studies on the biological activity of the aqueous plant extracts on *R. microplus*. The variables evaluated included mortality of larvae, mortality of adults and oviposition inhibition. In addition, the aqueous extracts of *Acacia* spp. and *Mimosa* spp. were also evaluated on *R. microplus* larvae. The meta-analysis showed that the aqueous extracts have significant effects on the evaluated variables. Among all botanical families evaluated, Sapotaceae had the highest effects. In laboratory bioassay with aqueous extracts of *Acacia* spp. and *Mimosa* spp., the highest effectiveness (93%) were observed when using the extracts of *Acacia farneciana* (root) and *Acacia cornígera* (leaves). The lowest values of LC₅₀ was obtained for the extracts of *A. cornígera* (leaves) (4 g / L). The aqueous extracts have significant effects on the mortality of larvae and adults, and on the oviposition inhibition of *R. microplus*. The extracts of *Acacia* spp. represent a promising alternative to manage this ectoparasite.

Keywords: aqueous extracts, ixodicide effectiveness, oviposition inhibition, *Rhipicephalus microplus*

INTRODUCCIÓN

Rhipicephalus microplus (Acari: Ixodidae) es una de las garrapatas ectoparásitas hematófagas del ganado que actúan como vector de microorganismos causantes de enfermedades, como protozoos y bacterias (Ram *et al.* 2004; Rodríguez-Vivas, *et al.*, 2007; Grisi *et al.*, 2014). Suelen inducir anemia y pérdida de peso y disminuir la producción

de leche y carne en el ganado parasitado entre otros animales de granja (Ghosh *et al.*, 2007; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017). Como estrategia de control efectiva se ha usado acaricidas químicos convencionales como piretroides (Cipermetrina, deltametrina, flumetrina, tetrametrina entre otros), organofosforados (Clorpirifos, coumafos), lactonas macrocíclicas (Ivermectina) y formamida (Amitraz) (Brito *et al.*, 2011). Sin embargo, el uso incontrolado de acaricidas

convencionales ha promovido la selección de individuos resistentes aumentando la incidencia de poblaciones de garrapatas resistentes (Castro-Janer *et al.*, 2015; Graham *et al.*, 2016). Incluso, en México se ha documentado problemas asociados a resistencia a acaricidas a diferentes grupos de productos (Fernandez-Salas *et al.*, 2012; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014). Además, los tratamientos químicos convencionales tienen limitaciones severas debido a la seguridad alimentaria y los problemas de contaminación ambiental que provocan (De Meneghi *et al.*, 2016).

En la última década la formulación de acaricidas a base de extractos de plantas ha sido empleado como unas de las alternativas para el control del ectoparásito (Borges *et al.*, 2011). Ribeiro *et al.*, (2008) estudiaron la eficacia de extractos de *Calea serrata*, para el control de *R. microplus* y *R. sanguineus*, con una reducción del 11 al 14 % en la oviposición y 100 % de mortalidad en larvas. Por otra parte, Singh *et al.*, (2014) indican que los extractos acuosos de *Cymbopogon winterianus*, *Vitex negundo* y *Withania somnifera* puede usarse para el control de garrapatas resistentes a piretroides. Los extractos de plantas son productos naturales más seguros de usar que los acaricidas sintéticos convencionales, ya que tienden a degradarse rápidamente en el ambiente, lo que reduce la posibilidad de residuos químicos en los productos cárnicos y lácteos (Agnolin *et al.*, 2010; Castro, *et al.*, 2014). El descubrimiento de metabolitos y formulación de extractos (acuosos, etanólicos, fenólicos, emulsiones) entre el repertorio bioquímico de diversas familias de plantas, en ciertos casos son eficaces y más seguros de usar contra *R. microplus* (Adenubi *et al.*, 2016; Rosado *et al.*, 2017) Borges *et al.*, 2011).

En la mayoría de los estudios publicados se han probado diferentes disolventes orgánicos para obtener los extractos vegetales, entre los de mayor uso se pueden citar el etanol y metanol (Banumathi *et al.*, 2017). Los extractos vegetales acuosos, sin embargo, han sido poco estudiados, a pesar de que éstos representan una excelente alternativa para el manejo de *R. microplus*, pues son de fácil elaboración y muy versátiles en su uso (Banumathi *et al.*, 2017). Debido a la necesidad de una visión amplia sobre la actividad biológica de extractos vegetales acuosos con potencial acaricidas sobre *R. microplus*, se realizó este estudio a través de un metaanálisis evaluando el efecto de diversos extractos acuosos de diferentes especies de plantas a diversas dosis en la mortalidad de larvas, adultos e inhibición de oviposición de *R. microplus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recopilación de datos para el metaanálisis de actividad ixodocida

Para el metaanálisis se examinó literatura sobre la efectividad de extractos vegetales acuosos sobre la garrapata *R. microplus*. En la búsqueda de literatura, se incluyeron los

estudios en los que al menos se abordara uno de los siguientes aspectos como un tema central en el trabajo: 1) Efecto de extractos vegetales acuosos en la mortalidad de larvas y adultos y 2) Efecto de extractos vegetales acuosos en la inhibición de oviposición.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos relevantes en Google Scholar y en las bases de datos: Science Direct, Springer Journal, Taylor & Francis, BioOne, Pharma Innovation Journal, SciELO y Wiley Online Library. Las expresiones claves usadas en la búsqueda fueron: Efecto de extractos acuosos en *R. microplus*, Efectividad *in vitro* e *in vivo* de acaricidas botánicos, Efectos acaricidas herbales en *R. (Boophilus)* y manejo de garrapatas con extractos acuosos *Rhipicephalus* spp.

Los datos se incluyeron si los estudios cumplían con los siguientes criterios: 1) los estudios se realizaron después del año 2009; 2) los estudios evaluaron la efectividad de los extractos acuosos con potencial acaricida en *R. microplus* en condiciones de laboratorio e *in vivo*. 3) los estudios se basaron en datos informados sobre la mortalidad de larvas y adultos e inhibición de oviposición. Los datos de un mismo estudio que informaron sobre diversos extractos acuosos, varias especies de plantas, diferentes dosis, se consideraron casos diferentes e independientes. Las variables de análisis fueron mortalidad de larvas y adultos, e inhibición de oviposición.

Tamaños del efecto y análisis de datos

Los efectos de los extractos acuosos sobre la mortalidad de larvas y adultos y la inhibición de oviposición se evaluaron utilizando una relación (cociente de respuesta) del efecto entre los grupos tratados con extractos acuosos (grupo experimental) en comparación con la de un grupo que no fueron expuestos a los extractos (grupo control). Como resultado, los valores positivos en la relación de respuesta indican que los extractos tuvieron efectos significativos en la mortalidad de larvas y adultos, e inhibición de oviposición. Para calcular el tamaño del efecto para cada variable, se obtuvo la media, la desviación estándar y el tamaño de muestra para el grupo control y el grupo experimental. Todos los valores de error estándar se transformaron en desviación estándar de acuerdo con la ecuación: $SD = SE \sqrt{n}$, donde SD es la desviación estándar, SE es el error estándar y n es el tamaño de la muestra.

Para los análisis de datos, las variables analizadas fueron la mortalidad (larvas y adultos) e inhibición de oviposición. El tamaño del efecto se calculó mediante Hedges: $d = [(XO - XY) / s] / J$, donde XO es la respuesta media al grupo de control, XY es la respuesta media al grupo experimental, s es la SD combinada y J es el factor de corrección del sesgo debido al pequeño tamaño de muestreo (Gurevitch y Hedges, 2001, Barton y Korisheva, 2010). El análisis se realizó en el programa estadístico Meta Win 2.1 utilizando modelos de efectos fijos (Rosenberg *et al.* 2002). Los intervalos de

confianza se generaron a un nivel de confianza del 95% (bootstrap con corrección de sesgo) para todos los tamaños de efectos desde 999 interacciones. Los efectos se considerarán significativos cuando el 95% de los intervalos de confianza no se superponen con cero. Para evaluar si los grupos categóricos (Mortalidad de larvas y adultos, e inhibición de oviposición) fueron homogéneos con respecto al tamaño del efecto, la heterogeneidad dentro de cada grupo (QW) y entre los grupos (QB) que se calcularon y la importancia fue evaluada por X^2 . El riesgo de sesgo existente en el conjunto de datos se evaluó mediante el número de seguridad (n_{fs}), utilizando el método de Rosenberg (Rosenthal, 1979; Rosenberg, 2005). Los n_{fs} indican el número de estudios no significativos, no publicados o faltantes que deberían agregarse al metaanálisis para cambiar los resultados de significativos a no significativos. Los resultados se consideran robustos cuando la n_{fs} es mayor que $5n + 10$, donde n es el número de estudios (Rosenthal, 1979).

Recolecta de garrapatas y preparación de extractos para estudio en laboratorio

El estudio se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Las garrapatas se obtuvieron de explotaciones comerciales ubicadas en el Municipio de Villaflores, Chiapas. México (16°20'39.8" N; 93°19'30.4" W). La recolecta de las muestras de garrapatas se hicieron tomando en consideración el protocolo sugerido por la FAO (2004), por lo que se recolectaron hembras adultas ingurgitadas (teleoginas) en horas de la mañana y de forma manual. Estas garrapatas no habían sido expuestas a tratamientos químicos por un período mínimo de 45 días. Las garrapatas se almacenaron en envases de plástico limpios, con orificios de ventilación y gasa húmeda en el fondo del envase, y se transportaron al Laboratorio, donde se depositaron en cajas Petri y fueron puestos en una cámara húmeda con temperatura controlada $27 \pm 1.5^\circ\text{C}$ y 85-86% de humedad relativa, para permitir la oviposición (Cen *et al.*, 1998). Los huevos obtenidos se transfirieron a viales de cristal de 10 ml, mismos que se cubrieron con algodón y fueron incubados bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad al que estuvieron las teleoginas durante la oviposición. Para los bioensayos se utilizaron larvas de 7-14 días de edad (Soberanes *et al.*, 2002).

La recolecta de plantas se llevó a cabo en los municipios de Cintalapa de Figueroa (16° 32' 3.97" N; 93°50'51.55" W), Villaflores (16°20'39.8" N; 93°19'30.4" W) y Tuxtla Gutiérrez (16°41'35.38" N; 93°11'41.98" W), Chiapas. Las plantas seleccionadas para el estudio fueron *Mimosa tenuiflora*, *Mimosa púdica*, *Mimosa albida*, *Acacia farneciana* y *Acacia cornígera*. Las muestras se tomaron de plantas adultas. En laboratorio se separaron los diferentes órganos de las plantas (raíz, tallo, hojas, corteza, fruto), y se

procedió a deshidratar el material en una estufa marca Imperial III® a temperatura de 40°C durante 72 horas, posteriormente el material vegetal se molió en molino (Ika Werker®). El material obtenido de cada planta fue empacado en bolsa de nylon, identificado y almacenado a temperatura ambiente hasta su utilización.

Para preparar los extractos acuosos se tomó una muestra de 3 g de material molido y se colocó en un vaso de precipitado, posteriormente se adicionó 100 ml de agua destilada y se llevó a punto de ebullición (100°C) durante 20 minutos, posteriormente se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente. Las mezclas se filtraron con papel filtro Whatman #1, se depositaron en matraz Erlenmeyer cubierto con papel aluminio para evitar el efecto de la luz y se almacenaron a 4°C hasta su uso. Las mezclas iniciales se consideraron soluciones madres, mismas que se definieron como concentración 100% (3 g en 100 ml de agua). Para los experimentos de dosis-respuesta, las concentraciones se redujeron por adición de agua destilada hasta obtener las siguientes concentraciones 0.7, 1.5 y 2.25 g en 100 ml de agua.

Bioensayos

Para evaluar la mortalidad de las larvas de *R. microplus* se utilizó la técnica de inmersión larval modificada (Soberanes *et al.*, 2002). Se tomaron 3 mL de cada extracto y sus concentraciones y fueron vertidos a cajas de Petri de vidrio que contenían dos secciones circulares de papel filtro Whatman #1. Una vez impregnadas las secciones de papel filtro se tomaron aproximadamente 100 larvas de garrapatas de 14 días de edad y se depositaron en la caja de Petri entre las dos secciones de papel filtro. La exposición de las garrapatas a los extractos fue por un período de 10 minutos. Después de la exposición, las garrapatas tratadas se transfirieron a sobres de papel filtro (paquetes) limpio y seco, donde se depositaron 20 larvas por paquete. Cada paquete de 20 larvas representó una repetición. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones. Los paquetes se sellaron con broches metálicos e incubaron durante 48 horas bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de $27 \pm 1.5^\circ\text{C}$ y 85%-86% de humedad relativa (Cen *et al.*, 1998). El porcentaje de mortalidad se determinó contando las larvas muertas y vivas aplicando de la siguiente fórmula: Mortalidad (%) = (# garrapatas vivas - # garrapatas muertas) / # número de garrapatas vivas x 100. La mortalidad corregida (MC) fue determinada mediante la fórmula sugerida por Abbott (1925) y recomendada por la FAO (2004), $MC = (\% \text{ mortalidad Tratamiento} - \% \text{ mortalidad control}) / (100 - \% \text{ mortalidad control}) \times 100$.

La eficacia de mortalidad fue clasificada de acuerdo a lo establecido en la modificación de la NOM-006-ZOO-1993 (DOF, 1998), donde establece que un producto con capacidad insecticida debe tener mínimo 80% de efectividad, como también considerando lo sugerido por Chungsamarnyart *et al.*, (1991), quienes señalan que la eficacia alta de mortalidad

de un producto debe estar en un rango de 86-100%, mientras que la baja en un rango de 31-35%. En el presente estudio se consideraron altamente efectivos los tratamientos que causaron mortalidad > 86 %.

Diseño experimental y análisis de datos de laboratorio

Para los bioensayos, los tratamientos se establecieron bajo un diseño completamente al azar. Previo al análisis los datos se checaron por homocedasticidad y normalidad. El análisis de los datos fue mediante ANOVA, la comparación múltiple de medias se hizo mediante la prueba de Tukey y la concentración letal (CL₅₀) fue calculado mediante análisis Probit. Los análisis se realizaron en el software SAS, versión 9.0 para Windows.

RESULTADOS

Metanálisis de la actividad biológica de extractos vegetales

Se recolectaron datos de 15 artículos que cumplieron con los criterios de selección. De esta forma, se sintetizaron 36 estudios de mortalidad en adultos, 19 estudios de mortalidad de larvas y 30 estudios de inhibición de oviposición. Para el meta-análisis, el efecto de los extractos acuosos botánicos sobre *B. microplus* está indicado por los valores positivos en las variables mortalidad (larvas y adultos) e inhibición de oviposición. En general, se observó que los extractos vegetales acuosos tienen efectos significativos en la inhibición de oviposición, mortalidad de larvas y mortalidad de adultos (Tabla 1; Figura 1). Para conocer el efecto de los extractos vegetales provenientes de especies de diferentes familias botánicas, se realizó metaanálisis agrupando extractos provenientes de especies de la misma familia. En este contexto, en los estudios analizados los extractos vegetales se obtuvieron de las familias Fabaceae, Rutaceae, Bromeliaceae, Vitaceae, Sapotaceae, Amaryllidaceae. El efecto general en todos los casos fue significativo, observándose los mayores tamaños de efecto en los extractos vegetales de Sapotaceae (Figura 2).

Tabla 1. Estadísticas de heterogeneidad para cada modelo en el análisis de mortalidad de larvas y adultos, e inhibición de oviposición.

Variables	Df	Q _B	P
Mortalidad Adultos	23	171.9001	<0.0000
Mortalidad de larvas	12	128.2972	<0.0000
Inhibición de oviposición	29	64.0766	<0.00019

Df, grados de libertad. Q_B, variación en el tamaño del efecto explicado por el modelo. P, probabilidad.

Actividad biológica de extractos vegetales en laboratorio

Los efectos de los extractos vegetales en la mortalidad de larvas de *R. microplus* se muestran en la Figura 3. Se observó que los extractos que mostraron mayor actividad (>90% de mortalidad) fueron los de *M. púdica* (hoja), *A. farneciana* (raíz) y *A. cornígera* (hoja).

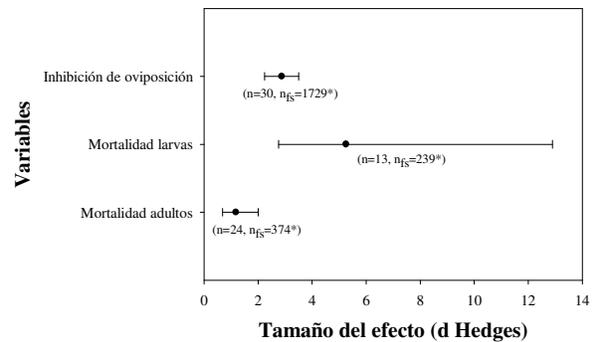


Figura 1. Tamaño del efecto (media e intervalo de confianza del 95%) de los extractos vegetales. El número de muestras de puntos utilizados para calcular cada media se muestra para cada análisis. Las medias con intervalos de confianza no se superponen con cero se consideraron significativas. n: Tamaño de la muestra; n_{fs}: número de seguridad; *: indica la robustez estadística de n_{fs}. El tamaño medio del efecto E++ = 1.9325 y el IC del sesgo del 95% = 1.3938 to 2.5512.

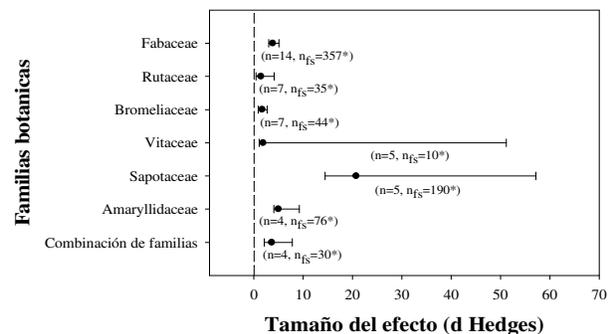


Figura 2. Tamaño del efecto (media e intervalo de confianza del 95%) de los extractos vegetales acuosos de diferentes familias botánicas. El efecto general incluyó las tres variables: inhibición de oviposición, mortalidad de larvas y mortalidad de adultos. El número de muestras de puntos utilizados para calcular cada media se muestra para cada análisis. Las medias con intervalos de confianza no se superponen con cero se consideraron significativas. n: Tamaño de la muestra; n_{fs}: número de seguridad; *: indica la robustez estadística de n_{fs}. El tamaño medio del efecto E++ = 1.9325 y el IC del sesgo del 95% = 1.4343 to 2.6018.

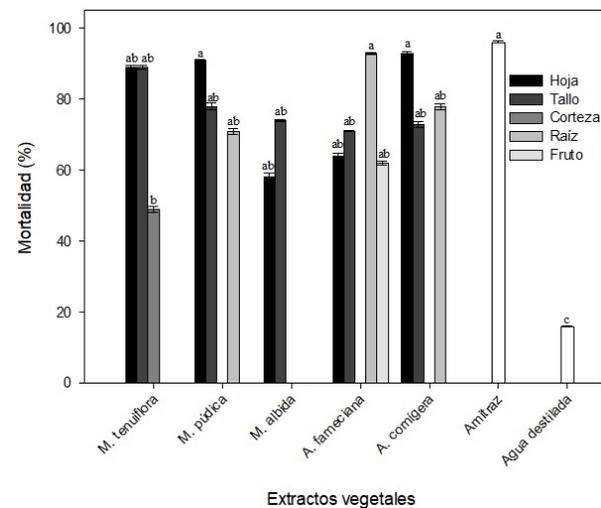


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de *R. microplus* por efecto de los extractos vegetales a las 48 h de exposición. Las barras muestran promedios ± error estándar de la media. Barras con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, P > 0.05).

El cálculo de las concentraciones letales medias de los extractos mostró que los más tóxicos para el caso de los extractos acuosos fueron los obtenidos de *A. cornígera* (hoja) con valor de $CL_{50} = 0.4 \text{ g} / 100 \text{ mL}$, le siguieron *M. tenuiflora* (hoja) con valor de $CL_{50} = 1.3$ y *M. púdica* (hoja) con valor de $CL_{50} = 1.6$ (Tabla 3).

Tabla 3. Concentración letal media de los extractos acuosos más activos sobre la larva de *R. microplus* después de 48 horas de exposición.

Extractos	Concentración en g /100 mL			P
	Pendiente	CL_{50} (IC)	CL_{90} (IC)	
<i>A. farneciana</i> -Raíz	3.57	2.0 (1.9-2.1) ^a	4.6 (4.3-5.1) ^c	<0.01
<i>A. cornígera</i> -Hoja	1.27	0.4 (0.2-0.5) ^d	3.8 (3.1-5.1) ^c	<0.01
<i>M. púdica</i> -Hoja	2.09	1.6 (1.5-1.7) ^b	6.4 (5.4-7.8) ^b	<0.01
<i>M. tenuiflora</i> -Hoja	2.52	1.3 (1.3-1.4) ^c	4.3 (3.9-4.9) ^c	<0.01

DISCUSIÓN

Los extractos vegetales acuosos son una alternativa promisoría para el manejo de *R. microplus*. Dentro de sus ventajas está la facilidad de elaboración, bajo costo del producto y bajo impacto ambiental (Banumathi *et al.*, 2017). La mayor parte de los estudios han documentado el uso de extractos orgánicos, una menor proporción ha integrado extractos acuosos. En las evaluaciones de actividad biológica se incluyen tres variables fundamentales: inhibición de oviposición, mortalidad de larvas y mortalidad de adultos. En metanálisis realizado con estas variables mostró claramente el efecto significativo de los extractos en las variables mencionadas, en particular el tamaño del efecto es mayor en la variable mortalidad de larvas. Es importante notar que en varios estudios se han evaluado otras variables, como oviposición, viabilidad de huevos, longevidad, que también son importantes en estudio de actividad biológica, sin embargo, sólo una cantidad reducida de estudios incluye estos datos, lo que dificulta su metaanálisis. El metaanálisis también mostró que existe mayor número de datos sobre extractos acuosos de especies vegetales de la familia Fabaceae, seguido de Rutaceae y Bromeliaceae. En menor grado de especies de las familias Sapotaceae y Amaryllidaceae. Las primeras tres familias han sido ampliamente estudiadas como fuentes de extractos con actividad insecticida y acaricida, incluso se ha determinado la composición fitoquímica de los extractos (Fernandez *et al.*, 2011; Adenubi, *et al.*, 2016; Banumathi *et al.*, 2017; Rosado-Aguilar, *et al.*, 2017).

En el presente estudio también se evaluó el efecto de extractos de diversos órganos de *Mimosa* spp. y *Acacia* spp. en la mortalidad de larvas de *R. microplus*. En particular sobresalió el efecto de los extractos *Acacia farneciana* (raíz), *Acacia cornígera* (hoja), *Mimosa púdica* (hoja), *Mimosa tenuiflora* (tallo) y *Mimosa tenuiflora* (hoja), mismos que causaron 86% o más de mortalidad en larvas. La actividad biológica de extractos obtenidos de *Mimosa* spp. y *Acacia* spp. se ha reportado con cierto detalle contra insectos (Fernández, *et al.*, 2011; Olajuyibe y Afolayan, 2012). Sin embargo, los efectos ixodicidas contra *R. microplus* no habían sido estudiados en detalle. Los resultados obtenidos

en el presente estudio muestran el potencial tóxico de los extractos de *Acacia* spp. y *Mimosa* spp. contra larvas de *R. microplus*. En general los extractos tuvieron de moderada a alta toxicidad. La toxicidad de los extractos en el presente estudio son superiores a lo reportado por Fernández *et al.*, (2011) con extractos de hoja de *Acacia pennatula* (59% de mortalidad de larvas). Es importante notar que en otros estudios se ha observado mayor actividad que la registrada en este trabajo. Ribeiro *et al.* (2008) y Borges *et al.*, (2011) observaron en sus respectivos estudios 100% de mortalidad de larvas de *R. microplus* por efecto de varios extractos vegetales acuosos.

Estudios fitoquímicos en *Acacia* spp. señalan que dentro de sus metabolitos secundarios se encuentran aminas, alcaloides, polifenoles, glucósidos cianogénicos, terpenos flavonoides y taninos condensados, siendo los más evidente y más conocidos los polisacáridos y compuestos fenólicos (Maslin, *et al.*, 2003; Seigler, 2003). Farzana *et al.*, (2014) señalan que las estructuras vegetales tiene diferente composición y concentración química, por ejemplo, en la hoja y frutos los taninos están presentes en un 32%, en el tallo la composición es de 20% y en los frutos (vainas) su composición es de 12-19%. Es importante resaltar que independientemente de las concentraciones en los tejidos, los compuestos fenólicos (quercetina, isoquercetina y ácido gálico) son los más activos. En general se ha documentado que los fenoles, terpenos y saponinas son los grupos de metabolitos secundarios de plantas con alta bioactividad, siendo los primeros los de mayor presencia en el reino vegetal (Hannachi, *et al.*, 2011). En literatura de manera general se ha observado que las hojas son los órganos que contienen mayor cantidad de compuestos tóxicos. Chungsamarnyart, *et al.*, (1991), Rosado *et al.* (2008, 2010, 2010a), Dantas, *et al.*, (2015), Ribeiro *et al.* (2007, 2008) y Silva *et al.* (2009) observaron que las hojas fueron la parte estructural de las plantas con mayor actividad ixodicida. Teóricamente, las hojas están más expuestas a los fitófagos y en respuesta producen mayor concentración de metabolitos de defensa (Valladares *et al.*, 2003; Bednarek, 2012).

CONCLUSIONES

Mediante metaanálisis de estudios publicados sobre actividad de extractos vegetales acuosos en *R. microplus*, se observó que los extractos presentan efectos letales significativos en larvas y adultos. Además, de tener la capacidad de inhibir oviposición. En particular, los estudios disponibles analizaron extractos obtenidos de tres familias botánicas: Fabaceae, Rutaceae y Bromeliaceae.

En la evaluación *in vitro* de extractos acuosos de diversos órganos de *Acacia* spp. y *Mimosa* spp., se observó que los más activos fueron los de *Acacia farneciana* (raíz), *Acacia cornígera* (hoja), *Mimosa púdica* (hoja), *Mimosa tenuiflora* (tallo) y *Mimosa tenuiflora* (hoja). El extracto más tóxico correspondió al obtenido de *A. cornígera* (hoja).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adenubi, O. T., Fasina, F. O., Mc Gaw, L.J., Eloff, J. N., Naidoo, V. (2016). Plant extracts to control ticks of veterinary and medical importance: A review. *South African Journal of Botany*, 105:178-193. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.03.010>
- Agnolin, C. A., Olivo, C. J., Leal, M. L. R., Beck, R. C. R., Meinerz, G. R., Parra, C. L. C., Machado, P. R., Foletto, V., Bem, C. M., Nicolodi, P. R. S. J. (2010). Efficacy of citronella *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle oil in the control of bovine Ectoparasites. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 12:482-487. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000400012>
- Banumathi, B., Vaseeharan, B., Rajasekar, P., Prabhu, N. M., Ramasamy, P., Murugan, Canale A., Benelli G. (2017). Exploitation of chemical, herbal and nanoformulated acaricides to control the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*—A review. *Veterinary Parasitology*, 244:102-110. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.07.021>
- Bednarek, P. (2012). Chemical warfare or modulators of defense responses—the function of secondary metabolites in the plant immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 15(4):407-414. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2012.03.002>
- Borges, L. M. F., Sousa L. A. D., Barbosa C. S. (2011). Perspectives for the use of plant extracts to control the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista Brasileira de Parasitología Veterinaria*, 20(2):89-96. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612011000200001>
- Brito, L. G., Barbieri F. S., Rocha R. B., Oliveira M. C., Ribeiro E. S. (2011). Evaluation of the Efficacy of Acaricides Used to Control the Cattle Tick, *Rhipicephalus microplus*, in Dairy Herds Raised in the Brazilian Southwestern Amazon. *Veterinary Medicine International*, 1-6 <https://dx.doi.org/10.4061%2F2011%2F806093>
- Castro Janer, E., Klafke, G. M., Capurro, M. L., Schumaker, T. T. (2015). Cross-resistance between fipronil and lindane in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*, 210(1-2):77-83. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.011>
- Castro, K. N., Lima, D. F., Vasconcelos, L. C., Leite, J. R., Santos, R. C., Paz Neto, A. A., Costa-Júnior, L. M. (2014). Acaricide activity in vitro of *Acmella oleracea* against *Rhipicephalus microplus*. *Parasitology Research*, 113(10): 3697-3701. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4034-2>
- Cen A., J, Rodríguez V. R. I., Domínguez A., J. L., Wagner G. (1998). Studies on the effect on infection by *Babesia* sp. on oviposition of *Boophilus microplus* engorged females naturally infected in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology*, 78: 253-257. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(98\)00148-4](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(98)00148-4)
- Chungsamarnyart N., Jiwajinda S., Jansawan W. (1991). Acaricidal effect of plant crude extracts on tropical cattle ticks (*B. microplus*). *Kasetsart Journal Nature Science Supplement*, 25: 90-100.
- Dantas, A. C. S., Machado, D. M. R., Araujo, A. C., Oliveira-Junior, R. G., Lima-Saraiva, S. R. G., Ribeiro, L. A. A., Almeida, J. R. G. S., Horta, M. C. (2015). Acaricidal activity of extracts from the leaves and aerial parts of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Research in Veterinary Science*, 100:165-168. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.04.012>
- De Meneghi, D., Stachurski, F., Adakal, H. (2016). Experiences in Tick Control by Acaricide in the Traditional Cattle Sector in Zambia and Burkina Faso: Possible Environmental and Public Health Implications. *Frontiers in public health*, 4:239. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00239>
- Diario Oficial de la Federación. Gobierno de la República Mexicana. 1998. Requisitos de efectividad biológica para los ixodídeos de uso en bovinos y método de prueba. NOM-006-ZOO-1993. <https://es.scribd.com/document/95379087/Modificacion-NOM-006-ZOO-1993-Ixodídeos-Bovinos-06-de-Abril-de-1998-DOF-1>, (Consultado Mayo 31 2020).
- Fernández-Salas, A., Alonso-Díaz M.A., Acosta-Rodríguez, R., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C.A. Rodríguez-Vivas R. I. (2011). *In vitro* acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 175(1-2):113-118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.09.016>
- Fernández-Salas A, Rodríguez-Vivas R. I, Alonso-Díaz M. A. (2012). First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology*, 183(3-4):338-342. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.028>
- Barton K. E. y Koricheva J. (2010). The Ontogeny of Plant Defense and Herbivory: Characterizing General Patterns Using Meta-Analysis. *The American Naturalist*, 175(4):481-493.
- Grisi, L., Leite, R. C., Martins, J. R., Barros, A. T., Andreotti, R., Canc, Ado, P. H., León, A. A., Pereira, J. B., Villela, H. S. (2014). Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitología Veterinaria*, 23(2):150-156. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014042>
- Graham, K. M., Sparagano, O. A. E., Finn, R. D. (2016). Isolation of the monooxygenase complex from *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* – clues to understanding acaricide resistance. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 7(4): 614-623. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.01.012>
- Ghosh, S., Bansal, G. C., Gupta S. C., Ray D. D., Khan M. Q., Irshad H., Shahiduzzaman M., Seitzer U., Ahmed J. A. (2007). Status of tick distribution in Bangladesh, India and Pakistan. *Parasitology Research*, 101(2):207-216. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0684-7>
- Maslin, B. R., Miller, J. T. Seigler, D. S. (2003). Overview of the generic status of *Acacia* (Leguminosae: Mimosoideae). *Australian Systematic Botany*, 16(1): 1-18. <http://dx.doi.org/10.1071/SB02008>
- Olajuyigbe O. O y Afolayan A. J. (2012). Pharmacological Assessment of the Medicinal Potential of *Acacia mearnsii*

- De Wild.: Antimicrobial and Toxicity Activities. *International Journal Molecular Sciences*. 13(4): 4255-4267. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fijms13044255>
- Ram, H., Yadav, C. L., Banerjee, P. S., Kumar, V. (2004). Tick associated mortality in crossbred cattle calves. *Indian Veterinary Journal*, 81:1203-1205.
- Ribeiro, V. L. S., Toigo, E., Bordignon, S. A. L., Gonçalves, K., Von Poser, G. (2007). Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 147(1-2):199-203. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>
- Ribeiro, S. V. L., Avancini, C., Gonçalves, K., Toigo, E. Von Poser, G. (2008). Acaricidal activity of *Calea serrata* (Asteraceae) on *Boophilus microplus* and *Rhipicephalus sanguineus*. *Veterinary Parasitology*, 151(2-4): 351-354. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.11.007>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Rivas, A. L., Chowell, G., Fragoso, S. H., Rosario, C. R., García, Z., Smith, S. D., Williams, J. J., Schwager, S. J. (2007). Spatial distribution of acaricide profiles (*Boophilus microplus* strains susceptible or resistant to acaricides) in southeastern Mexico. *Veterinary parasitology*, 146(1-2):158-169. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.01.016>
- Rodríguez-Vivas R. I., Miller, R. J., Ojeda-Chi, M. M., Rosado-Aguilar, J. A., Trinidad-Martínez, I. C., Pérez de León, A. A. (2014). Acaricide and ivermectin resistance in a field population of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) collected from red deer (*Cervus elaphus*) in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology*, 200(1-2): 179-188. <https://doi:10.1016/j.vetpar.2013.11.025>
- Rosado-Aguilar, J. A., Aguilar-Caballero, A. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Borges-Argaez, R., García-Vázquez, Z., Méndez-González, M., Cáceres-Farfán, M. Dorantes-Euán, A. (2008). Actividad ixodocida de extractos crudos de *Diospyros anisandra* contra larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8(3): 297-301. [fecha de Consulta 31 de Mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=939/93911235009>
- Rosado-Aguilar, J., Aguilar-Caballero, A., Rodríguez-Vivas, R., Borge-Argaez, R., García-Méndez, Z., Méndez-González, M. (2010a). Screening of the acaricidal efficacy of phytochemical extracts on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae) by larval immersion test. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2):417-422. Retrieved from <http://www.revista.cbua.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/358>
- Rosado-Aguilar, J. A., Aguilar-Caballero, A. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Borges-Argaez, R., García-Vázquez, Z., Méndez-González, M. (2010). Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 168(3-4): 299-303. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.11.022>
- Rosado-Aguilar, J. A., Arjona-Cambranes, K., Torres-Acosta, J. F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E. (2017). Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. *Veterinary Parasitology*, 238: 66-67. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.023>
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3):638-641. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638>
- Rosenberg, M. S., Adams, D. C., Gurevitch, J. (2002). MetaWin: statistical software for meta-analysis. Version 2.1. Sinauer, Sunderland, MA.
- Rosenberg, M S. (2005). The file-drawer problem revisited: a general weighted method for calculating fail-safe numbers in meta-analysis. *Evolution*, 59(2):464-468. <https://www.jstor.org/stable/3448935>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Grisi, L., Pérez de León, A. A., Silva Villela, H., Torres-Acosta, J. F. J., Fragoso-Sánchez. H., Romero-Salas, D., Rosario-Cruz. R., Saldierna, F., García-Carrasco, D. (2017). Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico review. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria* 8(1):61-74. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>
- Silva, W. C, de Souza Martins, J. R., Menezes de Souza H. E., Heinzen H., Cesio M. V., Mato M., Albrecht F., de Azevedo, J. L., de Barros, N. M. (2009). Toxicity of *Piper aduncum* L. (Piperales: piperaceae) from the amazon forest for the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari:Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 164 (2-4): 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.06.006>
- Singh, N. K., Jyoti, Vemu, B., Nandi, A., Singh, H., Kumar, R., Dumka, V. K. (2014). Acaricidal activity of *Cymbopogon winterianus*, *Vitex negundo* and *Withania somnifera* against synthetic pyrethroid resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Parasitology Research*, 113(1):341-350. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3660-4>
- Seigler, D. S. (2003). Phytochemistry of *Acacia-sensu lato*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31(8): 845-873. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(03\)00082-6](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(03)00082-6)
- Soberanes C. N., Santamaría V. M., Fragoso S. H. y García V. Z. (2002). Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus* en México. *Técnica Pecuaria en México*, 40(1):81-92. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1312>
- Valladares, G., L. Harbin, M. T. Defago, C. Carpinella, S. Palacios. (2003). Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (Meliaceae). *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*, 62(1-2): 53-61. <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/view/29283/26451>

CONSORCIO MICROBIANO DE LA FERMENTACIÓN DEL MEZCAL ARTESANAL DE SAN DIONISIO OCOTEPEC, OAXACA

Claudia López-Sánchez¹, Víctor Adrián Espinoza-Martínez² y Felipe de Jesús Palma-Cruz²

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. ¹Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, Francisco I. Madero, C.P. 68030 Oaxaca de Juárez, Oaxaca

Autor para correspondencia: claudina1963@gmail.com (Claudia López-Sánchez)

Recibido: 25/julio/2020

Aceptado: 14/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

La fermentación del mezcal artesanal en Oaxaca, es una de las etapas más importantes del proceso, ya que es aquí donde se transforman los azúcares del *Agave*, en etanol, CO₂ y otros compuestos químicos. Dicha transformación, es llevada a cabo por un consorcio microbiano integrado principalmente por levaduras y bacterias. En este estudio, se colectaron muestras del mosto de tinas en fermentación; y se les midieron el pH, la temperatura y los grados Brix. En el laboratorio, se aislaron y purificaron levaduras y bacterias ácido lácticas (BAL) en medios selectivos. Como resultado, se obtuvieron 12 cepas de levaduras, mismas que por sus características macro y microscópicas se les designó solo con una letra (de la “A” a la “L”) para su reconocimiento inicial y se sometieron a pruebas bioquímicas; además, se aislaron 10 cepas de BAL, codificadas con números romanos (del “i” al “x”). De lo anterior, se identificaron tres géneros de bacterias ácido lácticas: *Lactobacillus*, *Weisella* y *Leuconostoc*; y cuatro géneros de levaduras: *Kluyveromyces*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* y *Candida*. Con este trabajo, también se concluye que los parámetros fisicoquímicos de pH y temperatura se mantienen casi invariables en toda la tina de fermentación; sin embargo, los valores de grados Brix sí varían y zonifican al recipiente de fermentación.

Palabras clave: Consorcio microbiano, Levaduras, Bacterias, Mezcal

MICROBIAL CONSORTIUM OF THE FERMENTATION OF THE ARTISANAL MEZCAL OF SAN DIONISIO OCOTEPEC, OAXACA

ABSTRACT

The fermentation of artisanal mezcal in Oaxaca is one of the most important stages of the process, since it is here that the Agave sugars are transformed into ethanol, CO₂, and other chemical compounds. The transformation is carried out by a microbial consortium made up mainly of yeasts and bacteria. In this study, samples of the must from fermentation container were collected; and pH, temperature and Brix degrees were measured. In the laboratory, yeast, and lactic acid bacteria (BAL) were isolated and purified in selective media. As a result, 12 yeast strains were obtained, which due to their macro and microscopic characteristics, were designated with only one letter (from “A” to “L”) for initial recognition and underwent biochemical tests; in addition, 10 BAL strains were isolated, encoded with roman numerals (from “i” to “x”). From the above, three genera of lactic acid bacteria were identified: *Lactobacillus*, *Weisella* and *Leuconostoc*; and four genera of yeast: *Kluyveromyces*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* and *Candida*. With this work, it is also concluded that the physicochemical parameters of pH and temperature remain almost unchanged throughout the fermentation container; however, Brix degree values do vary and zone the fermentation container.

Keywords: Microbial consortium, Yeasts, Bacteria, Mezcal

INTRODUCCIÓN

El mezcal es una bebida alcohólica tradicional de México, que se elabora a partir de diferentes especies de *Agave*. En el estado de Oaxaca la especie más utilizada es *Agave angustifolia* Haw. o maguey espadín (Palma-Cruz, 1991).

La producción de mezcal comprende cinco etapas: corte o cosecha del *Agave*, cocción, molienda, fermentación y destilación (Fig. 1). La fermentación, es la etapa más importante y crítica del proceso, pues de ella dependerán las cualidades sensoriales del producto final; naturalmente es espontánea, con la participación de la microbiota nativa, la

cual, transforma a los azúcares que contiene el *Agave* en etanol, CO₂ y otros compuestos que forman parte integral de la rica gama de sabores y aromas del mezcal. Los estudios sobre la referida fermentación del mezcal artesanal en Oaxaca, así como de los microorganismos responsables de dicho proceso, son aún incipientes. Es por ello por lo que el objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológica y bioquímicamente cepas de levaduras y bacterias lácticas (BAL) presentes en la fermentación del mezcal artesanal.



Figura 1. Proceso de producción de Mezcal en Oaxaca

MATERIAL Y MÉTODOS

Utilizando frascos estériles, se colectaron por triplicado, muestras del mosto de tinajas de fermentación a diferentes profundidades, las cuales se codificaron como muestra superficial (MS), muestra intermedia (MI) y muestra profunda (MP), a las que se les midieron *in situ* el pH, la temperatura y con la ayuda de un brixómetro refractómetro los grados Brix (Fig. 2)



Figura 2. Toma de muestras en el palenque

Utilizando frascos estériles, se colectaron por triplicado, muestras del mosto de tinajas de fermentación a diferentes profundidades, las cuales se codificaron como muestra superficial (MS), muestra intermedia (MI) y muestra profunda (MP), a las que se les midieron *in situ* el pH, la temperatura y con la ayuda de un brixómetro refractómetro los grados Brix (Fig. 2)

Las muestras se trasladaron al laboratorio y se corroboraron los parámetros determinados en campo, e inmediatamente se hicieron diluciones seriadas empleando caldo peptonado al 1% y se sembraron 50 μL de la dilución 1×10^{-6} por extensión en placa. Para el aislamiento de las levaduras se utilizaron los medios selectivos agar dextrosa sabouraud (ADS) y agar de dextrosa y papa (PDA), cada uno adicionado con 200 mg/L de ampicilina; y para bacterias ácido lácticas (BAL) se utilizó únicamente el agar Man Rogosa y Sharpe (MRS), ya que este medio es selectivo para BAL. Así mismo, se purificaron las cepas de levaduras y BAL por agotamiento de estría en medios ADS con ampicilina (200 mg/L) y MRS, respectivamente, hasta que se obtuvieron cepas puras. Una vez purificadas las cepas de levaduras se tiñeron con azul de metileno y a las cepas de BAL se les realizó tinción de Gram y se observaron sus características con la ayuda de un microscopio óptico compuesto.

Para la caracterización morfológica de las cepas, se observaron, con un microscopio estereoscópico, las colonias crecidas en placas petri a las 48 horas de incubación, y se caracterizaron por su tamaño, color, forma, elevación, borde, superficie, aspecto, luz transmitida, luz reflejada, consistencia, etc.

Posteriormente, las cepas de levaduras se sometieron a pruebas de fermentación/asimilación empleando 15 fuentes de carbono al 1%; 14 azúcares y un alcohol: glucosa (Glu), sacarosa (Sac), maltosa (Mal), lactosa (Lac), melibiosa (Mlb), rafinosa (Raf), melizitosa (Mlz), inulina (Inu), D-xylosa (D-Xyl), L-arabinosa (L-Ara), L-rhamnosa (L-Rha), manosa (Man), fructosa (Fru), dextrosa (dex), y etanol (Eta); utilizando caldo base rojo de fenol (CBRF) como medio base. Para las BAL, se realizaron las pruebas bioquímicas en los medios sulfuro indol motilidad (SIM), motilidad indol ornitina (MIO), lysine iron agar (LIA), triple sugar iron (TSI), citrato de Simmons (Simmons), reducción del nitrato y fermentación/asimilación de 4 azúcares: fructosa, lactosa, manitol, sacarosa.

Para la identificación de los géneros de levaduras y en algunos casos de las especies, se utilizaron los criterios descritos por Kurtzman *et al.* (2011) y Fundora *et al.* (2005) y para bacterias se compararon los resultados con los descritos por Ramírez-López & Vélez-Ruiz (2016).

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Respecto a los parámetros tomados en la tina de fermentación, los mostos reaccionan de una manera homogénea en el recipiente, como resultado, los datos muestran una gran similitud en las tres profundidades del muestreo (cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos de las muestras de mosto, determinados en la tina de fermentación

Parámetro medido	Muestras		
	Superficial (MS)	Intermedia (MI)	Profunda (MP)
pH	4	4	3.5
Grados Brix	10	10	13
Temperatura (°C)	21	22	20
Profundidad de la tina de fermentación (cm)	0	40	100

Aislamiento

En lo que respecta al aislamiento, se logró que la mayoría de las colonias de levaduras (fig. 3-A) y BAL (fig. 3-B) fueran aisladas en medios selectivos y presentaran un crecimiento denso, lo cual a su vez facilitó la purificación de las cepas, dando como resultado el reconocimiento de 12 cepas de levaduras, que se codificaron con las letras “A” a “L”, así como 10 cepas de BAL, codificadas con los números romanos “i” a “x”.

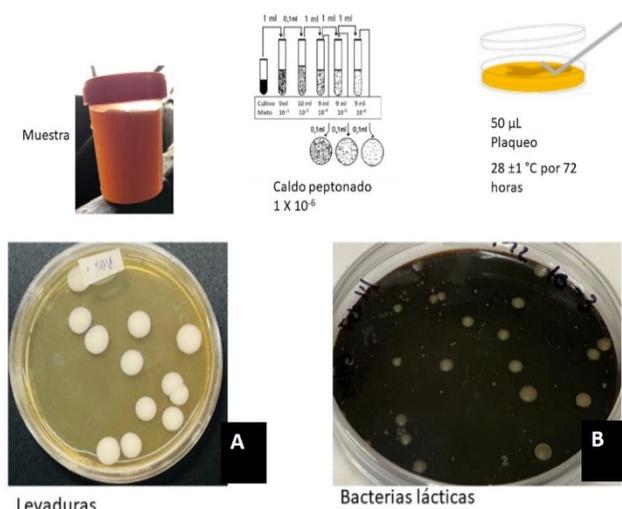


Figura 3. Aislamiento de colonias de levaduras y bacterias en medios selectivos

Morfología microscópica

En el caso de las levaduras, la tinción simple con azul de metileno, permitió reconocer que las cepas C y G poseen células globosas grandes; por otro lado, las cepas A, B y L presentan células largadas en forma de bastones; la cepa H se caracterizó por poseer células cilíndricas con conidios de base ancha; y la cepa J produjo células en forma de diplococos con clamidoconidios; las demás cepas no tuvieron una morfología típica (Fig. 4).

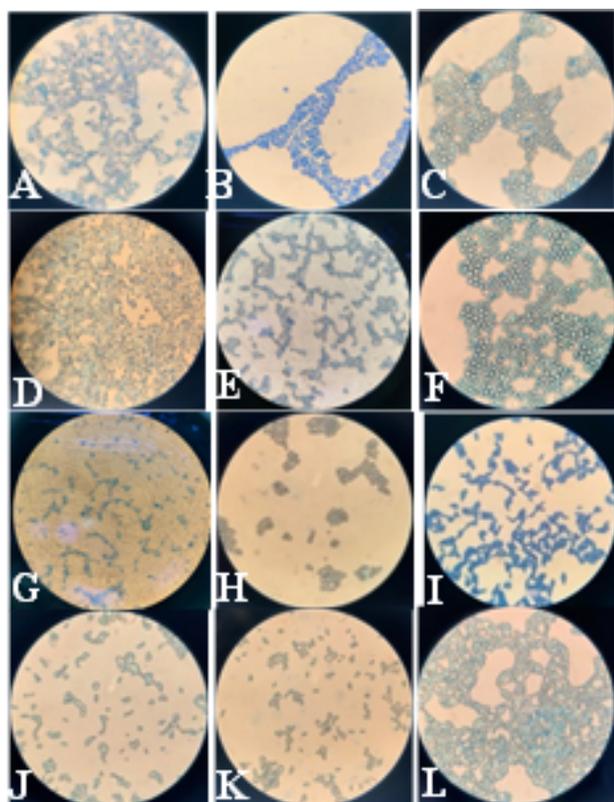


Figura 4. Tinción simple con azul de metileno de las cepas de levaduras

Pruebas bioquímicas

A cada una de las cepas seleccionadas se sometieron a las pruebas de fermentación con diferentes carbohidratos. Los resultados de los cuadros 2 y 3, muestran los azúcares que fueron fermentados, los cuales, junto con las características morfológicas, nos permitieron identificar a las levaduras y las BAL hasta género.

Cuadro 2. Pruebas bioquímicas que permitieron identificar algunos géneros de las levaduras estudiadas

Prueba	Sacc	Kluy	Schi	Cand
Glucosa	+	+	+	+
Sacarosa	+	-	+	+
Maltosa	+	+	+	+
Lactosa	-	-	-	-
Melibiosa	+	-	-	-
Rafinosa	+	+	-	-
Melizitosa	+	+	+	+
Inulina	+	+	+	+
D-xylosa	+	+	+	-
L-arabinosa	-	-	-	-
L-rhamnosa	+	-	+	+
Manosa	-	-	-	-
Fructosa	+	-	-	+
Etanol	-	-	-	-
Dextrosa	+	+	+	-

Sacc: *Saccharomyces*, Kluy: *Kluyveromyces*, Schi: *Schizosaccharomyces*, Cand: *Candida*

Gracias a las pruebas bioquímicas, pudimos reconocer, que además de las levaduras del género *Saccharomyces*, existen otras levaduras no-*Saccharomyces* como *Candida*, *Kluyveromyces* y *Schizosaccharomyces* (cuadro 2). En el caso de las bacterias ácido lácticas, hasta el momento se han encontrado tres géneros; *Lactobacillus*, *Weissella* y *Leuconostoc* (cuadro 3).

Cuadro 3. Pruebas bioquímicas que permitieron identificar algunos géneros de las bacterias estudiadas

Prueba	<i>Lactobacillus</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Weissella</i>
Gram	+	+	+
Oxidasa	-	-	-
Catalasa	-	-	-
CO ₂	-	-	+
Sacarosa	-	+	-
Lactosa	+	+	-
Manitol	-	+	-
Fructosa	+	+	-

DISCUSIÓN

Los géneros no-*Saccharomyces* identificados en este trabajo, también han sido reportados en la fermentación del tequila, en donde adicionalmente se encontró a *Hanseniaspora* y *Torulospora*; en tanto que en el mezcal de S.L.P. se reporta a los géneros *Candida*, *Pichia*, *Kluyveromyces*. En otro estudio con mezcales de Oaxaca, *Candida* y *Hanseniaspora*. En mezcal de Durango solo se reporta a *Kluyveromyces*. Y en raicilla de Jalisco, *Candida* y *Kluyveromyces* (Lappe-Oliveras, et al., 2008).

En el caso de las bacterias que participan en la fermentación del mezcal, los trabajos aún son incipientes y al menos el estudio de Escalante-Minakata *et al.* (2008) reporta también a los géneros *Weissella* y *Lactobacillus*, los cuales junto con *Leuconostoc* fueron encontrados en nuestros aislamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escalante-Minakata P., Blaschek H.P., Barba de la Rosa A. P., Santos L., & A. De León-Rodríguez. (2008). Identification of yeast and bacteria involved in the mezcal fermentation of *Agave salmiana*. *Letters in Applied Microbiology*, 46: 626-630.
- Fundora N., García R., Álvarez I., Hernández L., & E. Torres. (2005). Identificación y caracterización fermentativa de cepas de levaduras aisladas en la destilería "A. Guiteras". *Revista del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA*, 39 (2): 46-50.
- Kurtzman C., & J. Lodder. (2011). *The Yeast. A Taxonomic Study*. North Holland Publishing, Co. Amsterdam. 1385 p.
- Lappe-Oliveras P., Moreno-Terrazas R., Arrizón-Gaviño J., Herrera-Suárez T., García-Mendoza A. & A. Gschaedler-Mathis. (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled *Agave* beverages. *FEMS Yeast Res.*, 8: 1037-1052.
- Palma-Cruz, F. J. (1991). El género *Agave* L. y su distribución en el estado de Oaxaca. Tesis de licenciatura en Biología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala-UNAM. 170 p.
- Ramírez-López C., & J. F. Vélez-Ruíz. (2016). Aislamiento, caracterización y selección de bacterias lácticas autóctonas de leche y queso fresco artesanal de cabra. *Información Tecnológica*, 27(6): 115-128.

CADENA DE VALOR COMO GENERADORA DE VENTAJA COMPETITIVA EN HOTELES TRES ESTRELLAS

Olda Concepción Camargo-Santos¹, Carlos Hermilo De-la-Cruz-Canul-Martínez¹, Arlette Adriana Valladares-Pech²**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico Superior Progreso. Boulevard Víctor M. Pacheco S/N por 62, Progreso Yucatán ¹Profesor(a)²Coordinadora de la Ingeniería de Administración**Autor de correspondencia:** ocamargo @itsprogreso.edu.mx (Olda Concepción Camargo-Santos)**Recibido:** 25/julio/2020**Aceptado:** 14/agosto/2020**Publicado:** 30/septiembre/2020**RESUMEN**

La industria turística genera una derrama importante para la economía del país, la cual se ha visto severamente afectada por la pandemia del Covid-19. Esto ha obligado a innovar los procesos para mantenerse ante esta situación contingente. Es por ello por lo que se busca generar valor en los negocios a través del establecimiento de estrategias, en donde las cadenas de valor juegan un rol fundamental. Con base al instrumento que se realizó, se entrevista al dueño o dueña del hotel para identificar qué factores cuenta la empresa, y con base a los resultados obtenidos adaptar una cadena de valor que sirva de apoyo para mejorar su servicio que presta a los usuarios, de igual manera se le otorgará un cuestionario a los clientes para observar cuál es su perspectiva que tiene en el hotel, y con los resultados obtenidos adaptar una cadena de valor como el cliente espera que fuera el servicio que le atiende el hotel, esto nos sirve para observar y comparar ambas para que el dueño o dueña visualice que es lo que espera su cliente de ellos como prestadores de servicio y como podrían mejorar.

Palabras claves: componentes, valor, servicio, hoteles

VALUE CHAIN AS A COMPETITIVE ADVANTAGE GENERATOR IN THREE-STAR HOTELS

ABSTRACT

The tourism industry generates a significant spill for the country's economy, which has been severely affected by the Covid-19 pandemic. This has forced to innovate the processes to keep up with this contingent situation. That is why it seeks to generate value in business through the establishment of strategies, where value chains play a fundamental role. Based on the instrument that was made, the hotel owner is interviewed to identify what factors the company has, and based on the selected results, a value chain can be adapted to support the improvement of its service to the users, in the same way, a questionnaire will be given to the clients to observe that it is their perspective that they have in the hotel, and with the necessary results to adapt a value chain as the client expects it to be outside the service that the hotel serves, This helps us to observe and compare both so that the owner can see what his client expects of them as service providers and how they could improve

Keywords: components, value, service, hotels**INTRODUCCIÓN**

A lo largo de este capítulo se hará un recorrido por la historia de la industria de la hospitalidad. Esto permitirá dar cuenta de los cambios que se fueron produciendo en la misma no sólo a nivel infraestructura sino también en cuanto a quienes son denominados huéspedes, pero sin dejar de lado aquello que es, indudablemente, fundamental para que exista la industria y de lo cual dependerá el éxito de un hotel: el servicio.

Desde sus comienzos hasta el día de hoy no se ofrece al huésped lo mismo que se les brindaba años atrás y tampoco tiene el huésped las mismas características que aquellos viajeros que buscaban un lugar donde pasar la noche. Como bien dice Dennis L. Foster “las industrias actuales de hospedaje y restaurantes son el resultado de la evolución social y cultural de muchos siglos.” (1994, p. 1).

Al ser una industria que se encuentra en constante cambio al verse afectada por diferentes fenómenos, se puede decir que las industrias del presente no son tampoco las mismas que en aquel año, y esto se ve sumamente ligado al turismo. Sin duda, el turismo y la hotelería son dos industrias que van acompañadas, sin turismo no harían falta los establecimientos hoteleros, y sin la existencia de los hoteles, estaría faltando un elemento clave dentro del equipamiento del sistema turístico. Cuando la actividad turística no era masiva y era accesible sólo para un grupo reducido, hablar de servicio de hospedaje era hablar de un privilegio para quienes tenían mucho dinero, pero cuando la actividad turística se masificó, es decir, creció a pasos gigantes, la actividad hotelera comenzó a brindar un servicio que se adecuaba a todas las personas que realizaban viajes de distintos tipos.

En la actualidad no se podría pensar en un destino sin hotelería, sin lugares donde comer y pasar la noche. Esto se debe a los procesos que se generaron a lo largo de la historia

y por los cuales la industria logró desarrollarse y crecer. Dennis L. Foster afirma que “la hospitalidad y el turismo crecieron hasta convertirse en las dos industrias más grandes de todo el mundo.” (1994 p. 2). Todos los cambios que suponen el crecimiento de la industria se ven reflejados en la historia de esta en la cual influyeron cambios en la sociedad.

Hoy en día los hoteles tienden a tener problemas en las distintas áreas de trabajo un ejemplo de ello es la calidad en el servicio, manejo administrativo, capacitación de su personal, publicidad, entré otros.

Los usuarios se vuelven más exigentes y uno de los factores es el constante avance tecnológico que hay, y esto vuelve a los clientes más selectivos a la hora de buscar un lugar para su descanso y comodidad, uno de los principales factores es la organización ya que cuando esta empieza a crecer, es necesario elaborar alguna estrategia que logre prever las necesidades futuras de personal

Este proyecto de investigación responde a los objetivos planteados por la visión estratégica del Plan de Desarrollo, con la generación e implementación de un modelo de valor en el servicio al cliente en los establecimientos de hospedaje de tres estrellas.

El estado de Yucatán es reconocido mundialmente por sus atractivos naturales y culturales, los cuales, representan las principales fortalezas del estado como un destino turístico potencial. De acuerdo con cifras del INEGI (2014) el Turismo representa para el estado una importante fuente de ingresos equivalente al 10.1 % del Producto Interno Bruto Estatal, motor para el crecimiento y desarrollo económico del sureste, del cual dependen miles de familias y generadora de empleos.

La industria hotelera en Yucatán está representada por una oferta de 531 establecimientos y 14, 509 habitaciones, según cifras del Directorio Turístico de la Secretaría de Fomento Turístico del Estado de Yucatán, SEFOTUR (2019).

Antes de la pandemia del Covid 19, y de acuerdo a cifras del Observatorio Turístico del Estado de Yucatán, la ocupación hotelera en el estado durante el año 2019 se mantuvo en un 60.6 %, siendo el mes de julio y noviembre los más altos del año, con un indicador del 61.65 y 65.77 % respectivamente. Esto demuestra la importancia de la industria hotelera en el estado, que posiciona a Yucatán como un importante destino turístico en el país. La derrama económica en Yucatán durante 2019, ascendió a 8,264,897,962 pesos mexicanos según estadística reportada por la Secretaría de Fomento Turístico del Estado de Yucatán. Otro dato que confirma la importancia del Turismo en el Estado, lo proporciona el Programa de Monitoreo Hotelero Data Tur, en donde se reporta que durante el periodo octubre -diciembre de 2019, los principales centros turísticos del Estado registraron un total de 801,840 turistas-noche, de los cuales el 76.6% corresponde a visitantes nacionales y el 23.4% a visitantes

internacionales, con una estadía promedio del visitante de 1.47 noches y una densidad promedio de ocupación hotelera de 1.75 turistas noche por cuarto ocupado.

Durante el año 2020, la industria turística en general en todo el mundo sufrió una severa y drástica caída ante la pandemia del Covid19, lo cual se puede reflejar con estadísticas en el Estado de Yucatán, en donde, de un porcentaje de ocupación hotelera registrado en Febrero de un 58.42% cayó a un 31.16% en Marzo y en Mayo apenas se situó en un 0.75%. Ante este panorama, se busca hacer énfasis en un análisis reflexivo para la reactivación económica, incluyendo ante esta nueva normalidad, el concepto de valor en la industria turística, en específico, en la industria hotelera. Al último reporte en Junio de 2020, y de acuerdo al sondeo del impacto económico del Covid19 en el Turismo en el estado, en la categoría de tres estrellas, un 55.8 % se mantienen en operación con las nuevas medidas y protocolos sanitarios establecidos, y un 44.2 % se encuentren cerrados, y durante la ola uno de la reactivación económica, los hoteles de esta categoría tan sólo reportaron un 1.6 % de ocupación hotelera en el estado.

El objetivo de este artículo es Identificar y describir los contenidos de valor del servicio al cliente en los establecimientos de hospedaje de tres estrellas en Progreso, Yucatán.

Objetivos específicos

- Identificar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas.
- Caracterizar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas.

Marco teórico.

Juran y Gryna (1993) dice que la calidad se define como adecuación al uso, esta definición implica una adecuación del diseño del producto o servicio (calidad de diseño) y la medición del grado en que el producto es conforme con dicho diseño (calidad de fabricación o conformidad).

García (2001) explica que la definición de calidad más aceptada en la actualidad es la que compara las expectativas de los clientes con su percepción del servicio. El desarrollo de la industria de los servicios ha supuesto un desarrollo de una nueva óptica del concepto de calidad que se focaliza más hacia la visión del cliente.”

Beatriz Kayser. (1976) opina que la higiene se define como la “parte de la medicina que tiene por objeto la conservación de la salud y los medios de prevenir las enfermedades Kerin, Berkowitz, Hartley y Rudelius. (2004) explica que el precio es el dinero u otras consideraciones (incluyendo otros bienes y servicios) que se intercambian por la propiedad o uso de un bien o servicio.

Stanton, Etzel y Walker. (2004) dicen que el precio es la cantidad de dinero y otros elementos de utilidad que se necesitan para adquirir un productor.

La Organización Internacional de Estandarización. (1993) La calidad es un conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud de satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.”

Para Donovan la cadena de valor se ha desarrollado para responder a la necesidad que las empresas rurales tienen de cumplir con las exigencias de la demanda por productos especializados de alta calidad. La cadena de valor se define como una red estratégica de actores independientes que actúan dentro de la misma cadena productiva.

Según Andalucía (2015) menciona que la cadena de valor permite identificar y analizar actividades con una importancia estratégica a la hora de obtener alguna “ventaja competitiva”. Dependiendo del criterio que utilicemos a la hora de desagregar y analizar dichas actividades, podremos obtener distintos tipos de “cadenas de valor” para una misma empresa. Cada uno de estos tipos, tiene sus ventajas e inconvenientes por lo que dependiendo de la empresa, unos tipos de cadenas serán más adecuados que otros. (p. 3)

Por otro lado, Porter (1985) hace énfasis en la generación del concepto de valor, que responde al conjunto de beneficios tangibles e intangibles que son encomendados hacia el cliente, y que determinan la ventaja competitiva, en donde el nivel de servicio, asume un rol importante para incrementar la competitividad.

Para Porter, una cadena de valor es una “poderosa herramienta de análisis en la planeación estratégica de los negocios, básicamente, facilitando la identificación de ventajas competitivas en el seno de la organización” (citado en Alonso, 2008: 86). La cadena de valor establece las principales actividades de una organización como una cadena de pasos, interconectados, que agrega valor al bien generado.

Según Jose Facchin (2018) debido a la importancia que han adquirido las redes sociales y los foros turísticos de opinión en internet, y con una gran mayoría de clientes viviendo a miles de kilómetros de los establecimientos, un hotel necesita más que nunca poseer una imagen y reputación fuerte, tanto offline como online, que sustente todas las estrategias.

Un sinnúmero de estudios demuestran que muchos de nuestros potenciales clientes toman decisiones influenciados por los comentarios vertidos en internet por los anteriores huéspedes del hotel o directamente piden información sobre él a sus amigos o contactos en redes sociales. El personal que trabaja día a día en el hotel debe estar lo suficientemente capacitado y motivado como para desarrollar su función con la mejor calidad y eficiencia posibles. A su vez, los hoteles tienen que

aportar las herramientas necesarias, brindar la formación adecuada y generar el ambiente laboral más apropiado para que sus empleados presten un servicio al cliente de calidad (Jose Facchin, 2018).

Para efectos de esta investigación se entenderá como servicio al cliente o servicio de atención al cliente los métodos que emplea el hotel para ponerse en contacto con los huéspedes, para garantizar entre otras cosas que el servicio ofrecido llegue a sus consumidores y sea empleado de manera correcta. Es también una eficiente herramienta de marketing.

Marco contextual

Para comodidad a los huéspedes y los hoteles se pueden clasificar de 5 maneras diferentes, según el grado que digan alcanzar, hay desde 1 estrella hasta 5 estrellas.

La empresa hotelera se caracteriza por un conjunto de prestaciones de servicios claramente diferenciados que se dedican a las actividades de alojamiento y restauración que participan individualmente en la rentabilidad de la empresa.

Características de los hoteles

Con base a las características particulares que Muñoz (1993) expone para las empresas de servicios en general, así como en los trabajos Musa, S.M, & Sanchis, (1993) donde se menciona que el principal producto es el alojamiento del cliente:

Como primera característica se encuentra que no debe de existir el inventario en hoteles, pero no se utiliza debido a que los hoteles están en constante contacto con las personas y el producto que les ofrece va siendo rotativo, por ello es por lo que existe la dificultad para el almacenamiento de productos y si un hotel almacena demasiado algún producto, más si es alimento, esto puede hacer que el hotel tenga pérdidas. El servicio no puede ser trasladado al cliente: El cliente es quien debe de ir al lugar donde se presta el servicio para que se pueda vender, la empresa debe de atraer la atención del cliente y adaptar el servicio que ofrece al entorno en donde se encuentra.

Imposibilidad de aumentar la producción (las habitaciones): si se produce un incremento en la demanda de alojamiento, el hotel no podrá satisfacerla a corto plazo. Es decir, existe una cierta rigidez en este sentido que imposibilita una adaptación rápida a posibles necesidades del hotel.

Ofrecer una diversidad de servicios importante para captar a los clientes a la vez que deben ser lo suficientemente flexibles como para adaptarse o ajustarse a una variedad amplia.

Marco normativo

En este apartado se menciona la normatividad que establece especificaciones de información y seguridad para los turistas o usuarios y la manera en la que se deben presentar dichos

servicios, en este sentido y a fin de generar una cultura de cumplimiento de las mismas, con fundamento en el artículo 9 fracción XVIII de la Ley General de Turismo, por este medio se le reitera que a todos los Prestadores de Servicios Turísticos (PST) deben estar inscritos en el Registro Nacional de Turismo (RNT), adicionalmente y dependiendo de la actividad que realicen, servicios o empresas que subcontraten y que tenga relación de negocio respecto de los turistas o usuarios, deberán cumplir con lo dispuesto en las Normas turísticas referidas.

NORMA Oficial Mexicana NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural.

NORMA Oficial Mexicana NOM-07-TUR-2002, De los elementos normativos del seguro de responsabilidad civil que deben contratar los prestadores de servicios turísticos de hospedaje para la protección y seguridad de los turistas o usuarios.

NORMA Oficial Mexicana NOM-06-TUR-2009, Requisitos mínimos de información, higiene y seguridad que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de campamentos.

NORMA Oficial Mexicana NOM-010-TUR-2001, De los requisitos que deben contener los contratos que celebren los prestadores de servicios turísticos con los usuarios-Turistas. (Cancela la Norma Oficial Mexicana NOM-010TUR-1999). Sistema Integral de Gestión de la Normalización Turística.

MATERIAL Y MÉTODOS

Enfoque de investigación Cualitativa: Es una investigación que se basa en el análisis subjetivo e individual, esto la hace una investigación interpretativa, referida a lo particular. En un primer momento fue necesario trabajar a partir de un diseño exploratorio establecido por Gurruchaga, Gisele (2013) mediante un proceso inductivo que permitió conocer y constatar la realidad del fenómeno desde la perspectiva de los actores implicados, lo cual permitió adecuar los eslabones primarios y de apoyo, así como los indicadores generadores de valor para cada una de ellas. A hace una investigación interpretativa, referida a lo particular.

El tipo de investigación a utilizar en este trabajo es de tipo cualitativo exploratorio descriptivo, que permitió un acercamiento al tema. Debido a que no existen en el puerto antecedentes de experiencias de aplicación de cadena de valor en empresas hoteleras de tres estrellas, los datos en del presente trabajo no pretenden ser concluyentes, es descriptivo ya que busca información relevante de las características de los hoteles antes mencionado.

En la metodología se usa una investigación no experimental porque exclusivamente se recaba información y se observan las variaciones respecto al flujo de turistas y los servicios de hospedaje que tiene.

Técnica de recolección de datos.

Primeramente se utilizó el método de recolección de datos establecido por Gurruchaga, Gisele (2013) de categorías de análisis iniciales, se dio inicio con la entrevista, se realizó al dueño o gerente, según cada entrevista, basándose en el hecho de que conocer los orígenes y evolución de las organizaciones ayuda a comprender el funcionamiento actual. Ver Tabla 1.

El trabajo de campo para la recolección de los datos se llevó a cabo durante los meses de temporada de otoño – invierno, Las entrevistas se realizaron en cada uno de los hoteles, previas citas. Y se realizaron entrevistas a los turistas en dos periodos.

Para este proyecto se utilizaron los instrumentos fueron: Categorías de análisis iniciales y dimensiones en función de los eslabones de la cadena de valor (ver Tabla 1) como los establece Gurruchaga, Gisele (2013). Donde se presentan las categorías de análisis inicial con algunas preguntas que facilitan la obtención de datos.

Tabla 1. Categorías de análisis iniciales y dimensiones en función de los eslabones de la cadena de valor

Eslabones	Categorías de análisis iniciales	Dimensiones
De apoyo	Dirección general y de recursos humanos	Visión Misión Cultural empresarial Participación del personal Motivación
	Organización interna y tecnológica	Estructura interna Departamentalización Innovaciones Sistemas
	Infraestructura y ambiente	Instalaciones Infraestructura Ambientación
	Abastecimiento	Servicios propios Tercerizados Calidad de insumos
Primarios	Marketing y ventas	Promoción Publicidad
	Personal de contacto	Características Conocimientos Habilidades
	Soporte físico y habilidades	Equipamiento Recursos humanos
	Prestación	Satisfacción de las necesidades del cliente
	Clientes	Satisfacción de las necesidades del cliente
	Otros clientes	Segmentos de demanda

Fuente: Gurruchaga, Gisele (2013)

Así mismo se realizaron entrevistas a los dueños de los hoteles sobre Dirección General, Recursos humanos, Organización y Tecnología, Infraestructura y Ambiente, así como también sobre Marketing, Ventas tomando como base Preguntas guía en función de las categorías de análisis iniciales, Gurruchaga, Gisele (2013), las cuales facilitaron la obtención de la información. Por otra parte, se analizarán 13

hoteles tres estrellas existentes en el puerto Progreso Yucatán, se decidió abarcar el total del universo para este estudio los cuales se enumeran en la Tabla 2.

Tabla 2. Unidades de estudio

No.	Unidad de análisis	Puesto desempeñado
1	Hotel & Suites Domani	Dueño
2	Progreso Beach, Real del Mar	Dueño
3	Tropical Suites	Dueño
4	Progreso Beach	Dueño
5	Playa Linda	Dueño
6	Hotel & Suites Los cabos	Dueño
7	Hotel Colonial Progreso	Dueño
8	Hotel Progreso	Dueño
9	Hotel Los Alcatraces Progreso	Dueño
10	Hotel & Suites Yaxactun	Dueño
11	Hotel Las Garzas	Dueño
12	Hotel & Suites Jaalkab	Dueño
13	Hotel Intermaya	Dueño

Elaboración propia 2020

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al estudio realizado después de haber implementado el instrumentó mencionado en el capítulo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados que cumplen con el cumplimiento de los objetivos específicos planteados en la investigación realizada en los hoteles tres estrellas de Progreso Yucatán.

Identificar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas

Caracterizar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas, donde la columna uno se refiere a la categoría, la columna dos a la generadora de valor y la columna tres se refiere a la descripción de los detalles que generan valor.

En la categoría de Dirección General y Recursos Humanos, los resultados obtenidos son que es de relevancia que el dueño tiene comunicación en las actividades cotidianas del hotel, pues de esta manera las soluciones y el acercamiento hacia empleados y huéspedes es de manera inmediata, lo que garantiza que el empleado este motivado (Tabla 3).

Tabla 3. Dirección General y de Recursos Humanos

Dirección General y de Recursos Humanos	
Tipo de la empresa	El valor que se da el inicio de la empresa, las bases del proyecto que dieron origen al hotel, dar un servicio de hospedaje donde el cliente se sienta como en cada y el servicio sea personalizado.
Presencia de los dueños/gerentes	El que los dueños tengan presencia y estén de manera activa en la operación del Hotel es de gran valor para los empleados, ya que permite una relación cercana entre ellos y los empleados, ante el cliente se crea una imagen de responsabilidad y control de calidad en el servicio.
Relación con hoteles de Progreso Yucatán	En la actualidad no existe cámara ni asociación de hoteles que norme la operatividad de estos.

Dirección General y de Recursos Humanos	
Capacitación del personal	La capacitación consideran que es un punto importante para la buena práctica de las actividades del hotel mismo.
Diálogo con el personal	Existe una comunicación oportuna en forma ascendente y descendente, lo que permite siempre dar solución a los problema a los que se enfrentan al dar el servicio.
Generar buen clima laboral	El ambiente laboral que se genera es agradable, debido que se contrata gente nativa del puerto
Incentivos	Los programas de incentivos son un medio de motivación para el personal.

Elaboración propia 2020.

En relación a la categoría Organización Interna y Tecnológica se obtuvo que el componente de valor es la planeación para que de esta manera se puedan obtener mejores resultados, así como el uso de la tecnología que les facilitarían tener el registro de sus huéspedes y de las habitaciones ocupadas y desocupadas, en esta materia todos los entrevistados coinciden que es de suma importancia la tecnología (Tabla 4), aunque la mayoría de ellos todavía no lo implementan en sus hoteles siguen con su libreta de registro.

Tabla 4. Organización Interna y tecnológica

Organización interna y tecnológica	
Planificación a corto y mediano plazo	El hacer una planificación nos permite dar el mantenimiento a nuestros equipos de cómputo, maquinaria
Procedimiento (reserva, limpieza y administración)	Todavía se están implementado procedimientos que permite, disminuir márgenes de error, principalmente en el orden y estandariza el servicio
Estadísticas	Los datos de ocupación se consideran, para evaluar épocas de mayor y menor demanda que derivarán en mayores ingresos
Utilización de sistema computarizados	Permite recuperar rápidamente los datos agilizando el proceso de "check in". La búsqueda de datos y control de "stocks"

Elaboración propia, 2020

Refiriéndonos a la categoría de Infraestructura Y Ambiente los dueños de los hoteles entrevistados coincidieron que es de importancia relevante darle mantenimiento en todos los aspectos a los hoteles, esto normalmente lo realizan en temporada baja, así como también modernizarse en los servicios de acuerdo a la categoría en la que se encuentran clasificados, consideran que el no contar con estacionamientos amplios o propios influye en la satisfacción del cliente. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Infraestructura y Ambiente

Infraestructura y ambiente	
Acciones de mantenimiento preventivo	Esto permite mantener una buena imagen del hotel de esa manera evitar inconvenientes durante la prestación del servicio. Refiriéndose principalmente al mantenimiento de pintura, aberturas del sistema de agua y equipamiento en general.
Modernización y renovación	Las principales exigencias de los clientes se refieren básicamente en: sistema de aire acondicionado individuales o ventilación, servicio de internet wi-fi, camas confortables y televisores

Infraestructura y ambiente	
Tamaño de las habitaciones.	El tamaño de la habitación incide en la comodidad y necesidad del huésped.
Servicio de estacionamiento	El servicio de estacionamiento influye en la satisfacción del cliente principalmente en la temporada de vacaciones.

Elaboración propia, 2020

En la categoría de Abastecimiento los entrevistados que cumplen con las expectativas del huésped cumpliendo con la calidad de insumos equipamientos, así como el cumplimiento de los horarios establecidos para la prestación del servicio ya que consideran que el costo del servicio va en relación al beneficio que recibe el cliente ver Tabla 6.

Tabla 6. Abastecimientos

Abastecimiento	
Calidad de los insumos/equipamientos	Se valora si la calidad de insumo utiliza o tipo de equipos logra adecuarse a los requerimientos que debe tener un hotel. De tres estrellas
Cumplimiento de horarios y prestación	Se fundamenta en la necesidad de cumplir en tiempo y forma con las necesidades del huésped. Los servicios que se le dan al huésped van en relación con el beneficio que espera el mismo, ya que no se contratan servicios a terceros.
Relación costo/beneficio	El grado de control que se posee sobre el trabajo a realizar, puede generar mayor o menor confianza en los resultados esperados.

Elaboración propia 2020

En cuanto a la categoría de Marketing y Ventas los dueños de los hoteles coincidieron que los medios de publicidad gráfico, y televisivos son muy costosos, por lo que no lo utilizan, comentan estar conscientes de que el dominio de una segunda lengua en los trabajadores es de importancia para poder atender al turista internacional, sin embargo no cuenta con mucho personal que domine el idioma inglés. Tabla 7.

Tabla 7. Marketing y ventas

Marketing y ventas	
Análisis de tarifas de publicidades	Los altos costos que exigen para las empresas las publicaciones gráficas, televisivas y radiales son el principal motivo por el cual los hoteles prácticamente no realizan publicidades en estos medios.
Aplicación de convenios tarifarios con empresas	Por ser el puerto principal del estado su segmento de demanda lo da de acuerdo a la visita de los turistas naciones e internacionales de acuerdo a la época de vacaciones.
Publicaciones en internet	Es una herramienta de llegada masiva al cliente, ya sea por la propia página web donde se publican opiniones de los hoteles, que pueden ser persuasivas.
Recomendaciones "boca a boca"	La opinión de los huéspedes es la publicidad más eficiente que poseen las empresas.
Nivel de estudios del personal	El valor de esta categoría radica en la disminución de tiempo en las respuestas a los problemas presentado.
Experiencia	La experiencia tiene valor en cuanto reduce el tiempo de aprendizaje y adaptación al puesto de trabajo.
Conocimientos de idioma extranjero	Los idiomas extranjeros, principalmente el inglés es el más valorado, debido a la

Marketing y ventas	
Rotación del personal	demanda extranjera que se pueda alojar en los establecimientos hoteleros. Se considera una problemática la falta de permanencia en algún puesto de trabajo, lo que implica a alguien nuevo.

Elaboración propia 2020

La categoría de soporte físico y habilidades, los entrevistados coinciden que un hotel que ofrezca comodidad tanto en sus habitaciones como en las áreas comunes, logran satisfacer a sus clientes debido a que este punto es de gran valor para ello. Como se aprecia en la Tabla 8.

Tabla 8. Soporte Físico y Habilidades

Soporte físico y habilidades	
Garantizar comodidad del huésped	El hotel debe estar orientado a satisfacer el buen descanso y comodidad del huésped, a través de equipamientos adecuados para tal fin. Así como también a través de personal capacitado en el desarrollo de sus tareas.
Generar ambientes agradables	Una buena imagen del lugar se genera. A través del mantenimiento, el buen estado y aspecto del mobiliario, así como de equipamiento de habitaciones y áreas diversas del hotel que utilice el huésped.

Elaboración propia 2020

La categoría de prestación, es de gran valor la ubicación que tiene cada uno de los hoteles, debido a la estructura geografía del puerto ninguno queda lejos del malecón que es el atractivo principal, donde se encuentra los restaurantes, cada uno de los entrevistados conocen el perfil de sus clientes, el valor que genera la atención al cliente es la cordialidad con la que los empleados tratan al huésped. Como podemos observar en la Tabla 9.

Tabla 9. Prestación

Prestación	
Ubicación	Si la ubicación del hotel es cercana a puntos relevantes para el turismo esto genera un impacto positivo en el huésped.
Conocimiento del perfil del cliente	Conocer las características del huésped que generalmente nos visita, permite satisfacer las necesidades específicas de ellos. El valor de la atención del cliente radica principalmente en la cordialidad, amabilidad y poder dar una respuesta inmediata a sus necesidades.
Atención al cliente	Conocer gustos, hábitos y preferencias de los clientes permite prever atenciones acorde a las demandas de nuestros huéspedes recurrentes.
Atención a los detalles	Es importante que estos procesos se realicen con la mayor agilidad posible por el respeto del tiempo del cliente.
Proceso de "check in" y "check out"	Los huéspedes que utilizan los servicios de hotel ya sea por viaje de trabajo o esparcimiento, necesitan garantizar un buen descanso para afrontar sus actividades.
Garantizar la comodidad del huésped	La limpieza de habitaciones son actividades básicas para lograr la satisfacción de la demanda.
Limpieza	Es fundamental garantizar el acceso a las redes y velocidad en la navegación.
Internet	

Elaboración Propia 2020

Refiriéndonos a la categoría de clientes y otro cliente (Tabla 10) los entrevistados dijeron que el principal segmento de

mercado que tienen es la clase turista, en relación a la encuesta realizada a clientes no han logrado estandarizar la realización, la ventaja competitiva que consideran es el trato directo que se da con el huésped a través de su registro.

Tabla 10. Clientes y otros clientes

Clientes	
Encuestas al cliente	Por la actualidad los hoteles realizan esporádicamente encuestas sobre el servicio que les brinda el hotel.
Contacto con el cliente	La prestación del servicio el contacto directo con el cliente a través de su registro.
Otros clientes	
Segmentar demanda	La hotelería tres estrellas del puerto valora mucho el segmento turista por ser el principal cliente, ya que Progreso es el principal puerto del estado de Yucatán.

Elaboración propia 2020

CONCLUSIONES

Por lo tanto se concluye que los hoteles tres estrellas en cuanto a dirección general y recursos humanos, tanto para los dueños y los clientes coincidieron que en esta categoría cumple con las expectativas de ambos y este es un componente de valor para el cliente.

Uno de los puntos relevantes y que están consiente los dueños que generan un valor al cliente es estar actualizado en la tecnología, ya que para el turista hoy en día contar con el servicio de Wi-Fi.

En cuanto a los servicios prestados por tercero los clientes consideran que los prestadores de servicio de hotel, deberían evaluar y estar pendientes de cómo se da el servicio.

Verificación del cumplimiento de los objetivos de investigación.

Se concluye haber dado cumplimiento a los objetivos de este proyecto Identificar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas.

Caracterizar los componentes de valor en el servicio al cliente de los hoteles tres estrellas
Recomendaciones

Los dueños/gerentes deben evaluar a sus colaboradores, esto recae en que no saben qué tan capacitados están a la hora de brindar el servicio a sus clientes, esto sirve a la empresa como al colaborador.

Establecer estrategia para sus clientes frecuentes, esto puede producir que a corto plazo, el usuario busque un nuevo hotel por sentirse un cliente valioso.

Se recomienda con contar al menos con personal que dominen el idioma inglés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andalucía. (2015). Cadena de valor. Fundación pública andaluza
- Beatriz Kayser (1976). Higiene y Seguridad Industrial Area: School of Business and Economics, Atlantic International University Country: Honolulu, Hawaii
- Dennis L. Foster . (1994). Introducción a la industria de la hospitalidad. Mexico:McGraw Hill,1994.
- Gurruchaga, Gisele. (2013) La cadena de valor como generadora de ventajas competitivas en los hoteles 3 estrellas de la ciudad de Neuquén
- Juran, J. M., Gryna, F. M. (1993). Manual de control de calidad. Ed. Mc Graw Hill. México. Volumen I. 21.
- Kerin, R.A.; Berkowitz E.N.; Hartley, S.W. & Rudelius, W. (2004). Marketing. (7ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Muñoz, C. (1993). La contabilidad de gestión en las empresas de servicios. Madrid: A.E.C.A.
- Musa-Alhasan, S. M., & Sanchis-Palacio, J. R. (1993). La determinación de los precios de alojamiento en la industria hotelera. Estudios Turísticos, 117, 49–60.
- Observatorio Turístico del Estado de Yucatán (2020)
- Porter, M. 1985. Competitive advantage. New York: Free Press.
- Secretaría de Fomento Turístico del Estado de Yucatán, (2020)
- Stanton, W.J.; Etzel, M.J. y Walter, B.J. (2004): Fundamentos de Marketing, 13ª Edición, McGraw-Hill, México.

EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN PARA UNA EMPRESA FUMIGADORA

Sarai Zapata-Novelo¹, Ángel Adolfo Garcilazo-Ortiz², Olda Concepción Camargo-Santos² y Tomás Enrique Fuentes-Marrufo²

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Progreso. Boulevard Víctor M. Pacheco S/N por 62, Progreso Yucatán. ¹alumna. ²Profesor

Autor de correspondencia: ocamargo@itsprogreso.edu.mx (Olda Concepción Camargo-Santos)

Recibido: 25/julio/2020

Aceptado: 14/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El presente documento, expone una metodología técnica aplicada a un caso de estudio, que permite la valuación de un proyecto de inversión de una empresa dedicada al ramo de fumigación en empresas. Se empieza con el conocimiento de la empresa en cuanto a su información financiera, lo que se quiere realizar y en qué situación económica se encuentran actualmente. Ya con la información proporcionada por la empresa, se realizan dos modelos financieros, uno con los datos históricos proyectados pero sin proyecto de inversión, donde se realiza su evaluación para determinar su viabilidad financiera. El otro modelo es con los datos históricos, proyectados pero considerando la inversión, la necesidad de financiamiento y los ingresos y costos incrementales por llevar a cabo dicho desembolso. Posteriormente se realiza el estudio de la viabilidad financiera del segundo modelo. Posteriormente se hace una comparación de ambos modelos de acuerdo a los resultados del análisis de sus viabilidades financieras. Finalmente y con los datos resulta que se tiene una viabilidad más adecuada el proyecto con inversión que sin ella.

Palabras claves: Proyecto de Inversión, viabilidad financiera, Indicadores financieros

EVALUATION OF AN INVESTMENT PROJECT FOR A FUMIGATION COMPANY

ABSTRACT

This document presents a technical methodology applied to a case study, which allows the valuation of an investment project of a company dedicated to the fumigation branch in companies. You start with the knowledge of the company regarding your financial information, what you want to do and what economic situation you are currently in. Already with the information provided by the company, two financial models are made, one with the projected historical data but without an investment project, where its evaluation is carried out to determine its financial viability. The other model is with the historical data, projected but considering the investment, the need for financing and the incremental income and costs to carry out such disbursement. Subsequently, the study of the financial viability of the second model is carried out. Subsequently, a comparison of both models is made according to the results of the analysis of their financial viability. Finally, and with the data it turns out that the project has a more adequate viability than without it.

Keywords: Investment Project, financial viability, Financial indicators

INTRODUCCIÓN

Un administrador necesita comprender el campo de las finanzas, ya que esta es la que afecta directamente las vidas de todas las personas y de todas las organizaciones. Un proyecto de inversión trae muchos beneficios para la empresa, tanto en el incremento de ventas de servicios como en el reconocimiento a nivel local de la empresa. El proyecto realizado en una empresa de Fumigación cuyo objetivo es llegar a ser conocido como líder a nivel local en la fumigación, además de obtener la certificación para este tipo de empresas.

El proyecto para evaluar consiste en la adquisición de una cámara portátil de fumigación de madera para la exportación de diferentes materiales y de igual forma añadir el área de inocuidad en la empresa para el buen manejo de alimentos y

las buenas prácticas de manufactura. El realizar una inversión es aprovechar la utilización de los recursos en el sector productivo o de capitales con el objetivo de lograr beneficios o ganancias. La importancia de la inversión de capital radica en que es la base material para la producción interna de bienes y servicios avanzando en un proceso de industrialización con inclusión social. De igual manera, los beneficios que se obtienen con la inversión es generar rendimientos que ayudan a conseguir ahorros y tener la inversión en el tiempo que la empresa lo requiere

El proyecto también se realizó para que la organización esté preparada para su auditoría con la Normex-F-610, que es la que va a ayudar a la empresa con la conformidad del servicio de desinfección y control de plagas, donde se tomaron en cuenta los cambios que dicha norma establece.

Objetivos General

Analizar las diferentes fuentes e instrumentos de financiamiento para el mejor aprovechamiento de los recursos financieros destinados a un proyecto de inversión.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación financiera de la empresa mediante la aplicación de diferentes métodos y técnicas de análisis para proponer acciones de mejora.
- Seleccionar la fuente de financiamiento adecuada para el proyecto de inversión de la empresa.
- Determinar los flujos de efectivo por diferentes métodos, así como elaborar proyecciones de los flujos de proyectos de inversión a largo plazo.
- Determinar la inversión a través del uso de las técnicas de evaluación del presupuesto de capital.
- Evaluar la viabilidad financiera a través de los diferentes métodos o técnicas especializadas

Marco teórico

Según Gitman, (2012) en su obra *principios de administración financiera* dice que “las finanzas se definen como el arte y la ciencia de administrar el dinero” (p. 3).

Los servicios financieros constituyen la parte de las finanzas que se ocupa del diseño y la entrega de productos financieros a individuos, empresas y gobiernos, así como de brindarles asesorías. Implica varias oportunidades interesantes de carrera en las áreas de banca, planeación financiera personal, inversiones, bienes raíces y seguros.

Gitman, (2012) afirma que el concepto de administración financiera se refiere a las tareas del gerente financiero de la empresa, los cuales administran los asuntos financieros de todo tipo de organizaciones, ya sean privadas o públicas, grandes o pequeñas, lucrativas o sin fines de lucro. De igual forma realizan tareas financieras tan diversas como el desarrollo de un plan financiero o presupuesto, el otorgamiento de crédito a clientes, la evaluación de gastos mayores propuestos, y la recaudación de dinero para financiar las operaciones de la compañía (p. 3).

Según Alfonso Ortega Castro, (2002) dice que “La Administración Financiera se define por las funciones y responsabilidades de los administradores financieros.” Aunque los aspectos específicos varían entre organizaciones las funciones financieras clave son: La Inversión, el Financiamiento y las decisiones de dividendos de una organización.

Robert A. Cooke, un estudioso de la ética, sugiere usar las siguientes preguntas para evaluar la viabilidad ética de una acción propuesta.

- ¿La acción es arbitraria o caprichosa? ¿Señala injustamente a un individuo o grupo?
- ¿La acción viola los derechos morales o legales de algún individuo o grupo?
- ¿La acción se apega a las normas morales aceptadas?
- ¿Existen cursos de acción alternativos con menos probabilidad de ocasionar daño real o potencial?

En la evaluación del proyecto de inversión se requirieron por parte de la empresa dos de sus estados financieros básicos, donde (Gitman, 2012, p. 53) menciona que los cuatro estados financieros clave que, de acuerdo con la Comisión de Valores y Bolsa, deben reportarse a los accionistas son:

- El estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados,
- El balance general [en México se le conoce como estado de situación financiera],
- El estado de patrimonio de los accionistas y
- El estado de flujos de efectivo.

Para el proyecto se utilizaron os dos primeros. Así mismo el estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados proporciona un resumen financiero de los resultados de operación de la empresa durante un periodo específico. Los más comunes son los estados de pérdidas y ganancias que cubren un periodo de un año que termina en una fecha específica, generalmente el 31 de diciembre del año calendario (Gitman, 2012, p. 53) y el Balance General, explica Gitman (2012), que presenta un resumido de la situación financiera de la empresa en un momento específico. El estado sopesa los activos de la empresa (lo que posee) contra su financiamiento, que puede ser deuda (lo que debe) o patrimonio (lo que aportan los dueños) (p. 56). Dicho estado hace una distinción importante entre los activos y los pasivos a corto y a largo plazos. Los activos y los pasivos corrientes son activos y pasivos a corto plazo. Esto significa que se espera que se conviertan en efectivo (en el caso de los activos corrientes) o que sean pagados (en el caso de los pasivos corrientes) en un año o menos. Todos los demás activos y pasivos, junto con el patrimonio de los accionistas (que se supone tiene una vida infinita), se consideran de largo plazo porque se espera que permanezcan en los libros de la empresa durante más de un año. Al igual que los activos, las cuentas de los pasivos y del patrimonio se registran a partir del plazo más corto al plazo más largo. Los pasivos corrientes incluyen: las cuentas por pagar, es decir, los montos que debe la empresa por compras a crédito; los documentos por pagar, préstamos pendientes a corto plazo, generalmente de bancos comerciales; y las deudas acumuladas, es decir, los montos que se deben por servicios por los que no se recibirá una factura. La deuda a largo plazo representa la deuda cuyo pago no se vence en el año en curso. El patrimonio de los accionistas representa los derechos de los propietarios sobre la compañía.

Además de solicitar los estados financieros mencionados anteriormente, y junto con la información de las fuentes de

financiamiento, se elaboró el estado de flujos de efectivo, el cual es un resumen de los flujos de efectivo de un periodo específico. El estado permite comprender mejor los flujos operativos, de inversión y financieros de la empresa, y los reconcilia con los cambios en su efectivo y sus valores negociables durante el periodo (Gitman, 2012, p. 60).

Las entradas de efectivo incluyen todas las entradas de efectivo de una empresa durante un periodo financiero específico. Los componentes más comunes de las entradas de efectivo son las ventas en efectivo, la recaudación de las cuentas por cobrar y otras entradas en efectivo (Gitman, 2012, p. 120).

Los desembolsos de efectivo incluyen todos los desembolsos de efectivo que realiza la empresa durante un periodo financiero determinado. Los desembolsos de efectivo más comunes son:

- Compras en efectivo
- Desembolsos en activos fijos
- Pagos de cuentas por pagar
- Pagos de intereses
- Pagos de renta (y arrendamiento)
- Pagos de dividendos en efectivo
- Sueldos y salarios
- Pagos del principal (préstamos)
- Pagos de impuestos
- Readquisición o retiros de acciones

El valor futuro es el valor en una fecha futura específica de un monto colocado en depósito el día de hoy y que gana un interés a una tasa determinada. Se calcula aplicando un interés compuesto durante un periodo específico” (Gitman, 2012, p. 155).

Valor actual en dólares de un monto futuro; es decir, la cantidad de dinero que debería invertirse hoy a una tasa de interés determinada, durante un periodo específico, para igualar el monto futuro” (Gitman, 2012, p. 159).

La liquidez de una empresa se mide por su capacidad para cumplir con sus obligaciones de corto plazo a medida que estas llegan a su vencimiento. La liquidez se refiere a la solvencia de la posición financiera general de la empresa, es decir, la facilidad con la que puede pagar sus cuentas. Debido a que un precursor común de los problemas financieros y la bancarrota es una liquidez baja o decreciente, estas razones dan señales tempranas de problemas de flujo de efectivo y fracasos empresariales inminentes. Desde luego, es deseable que una compañía pueda pagar sus cuentas, de modo que es muy importante tener suficiente liquidez para las operaciones diarias. Sin embargo, los activos líquidos, como el efectivo mantenido en bancos y valores negociables, no tienen una tasa particularmente alta de rendimiento, de manera que los accionistas no querrán que la empresa haga una sobreinversión en liquidez. Las empresas tienen que equilibrar la necesidad de seguridad que proporciona la

liquidez contra los bajos rendimientos que los activos líquidos generan para los inversionistas. Las dos medidas básicas de liquidez son la liquidez corriente y la razón rápida o prueba del ácido, como lo explica (Gitman, 2012, p. 65).

Según Gitman (2012, p. 67) la razón rápida (prueba del ácido) es similar a la liquidez corriente, con la excepción de que excluye el inventario, que es comúnmente el activo corriente menos líquido. La baja liquidez del inventario generalmente se debe a dos factores primordiales:

- Muchos tipos de inventario no se pueden vender fácilmente porque son productos parcialmente terminados, artículos con una finalidad especial o algo por el estilo;
- El inventario se vende generalmente a crédito, lo que significa que se vuelve una cuenta por cobrar antes de convertirse en efectivo.

Un problema adicional con el inventario como activo líquido es que cuando las compañías enfrentan la más apremiante necesidad de liquidez, es decir, cuando el negocio anda mal, es precisamente el momento en el que resulta más difícil convertir el inventario en efectivo por medio de su venta. La razón rápida se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Razón rápida} = \frac{\text{Activos corrientes} - \text{Inventario}}{\text{Pasivos corrientes}}$$

El margen de utilidad neta mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes. Cuanto más alto es el margen de utilidad neta de la empresa, mejor. El margen de utilidad neta se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Ganancias disponibles para los accionistas comunes}}{\text{Ventas}}$$

Según Gitman, (2012, p. 76) el rendimiento sobre activos totales (RSA), también conocido como rendimiento sobre la inversión (RSI), mide la eficacia integral de la administración para generar utilidades con sus activos disponibles. Cuanto más alto es el rendimiento sobre los activos totales de la empresa, mejor. El rendimiento sobre los activos totales se calcula de la siguiente manera:

$$\text{RSA} = \frac{\text{Ganancias disponibles para los accionistas comunes}}{\text{Total de activos}}$$

Gitman (2012, p.108) señala que Para efectos de información fiscal y financiera, las empresas generalmente no pueden deducir como gasto el costo total de un activo que estará en uso por varios años. En vez de ello, se pide a las empresas que cada año deduzcan una parte de los costos de los activos fijos de los ingresos. Esta distribución histórica del costo a través del tiempo se llama depreciación. Las deducciones por depreciación, como cualquier otro gasto, disminuyen el ingreso que reporta la empresa en su estado de pérdidas y

ganancias y, por lo tanto, reducen los impuestos que la empresa debe pagar. Sin embargo, las deducciones por depreciación no representan un desembolso en efectivo. Es decir, cuando una empresa deduce gastos por depreciación, está registrando una parte del costo original de un activo (que la empresa ya pagó) como una disminución a los ingresos del año. El efecto neto es que las deducciones por depreciación incrementan el flujo de efectivo de la empresa porque reducen el pago de impuestos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta investigación documental es cuantitativa orientada a la descripción, explicación de un proyecto de inversión. También es descriptiva porque se especifica propiedades, características y rasgos importantes a considerar en la evaluación de un proyecto de inversión. La metodología utilizada, junto con los métodos utilizados fueron los siguientes:

Recopilación de la información

Dicha información fue proporcionada por la empresa en forma oportuna y consistió primordialmente de los ingresos y egresos en los últimos tres años.

La investigación de los bancos o apoyos gubernamentales.

Para poder evaluar las distintas fuentes de financiamiento se investigó en apoyo del gobierno, encontrando información valiosa en el IYEM, además de préstamos bancarios por parte de los bancos, en este caso HSBC.

Revisión de informes financieros

Se realizó la revisión de los informes financieros que la empresa otorgó para realizar los cálculos que se necesitan. Una de las funciones fue la elaboración del presupuesto de los ingresos y egresos considerando los años anteriores y los años siguientes, de igual forma sin el proyecto.

Elaboración del flujo de efectivo con las entradas y salidas de dinero que tiene la empresa en el momento de la realización, considerando como entradas los ingresos, las utilidades retenidas y el préstamo financiero a realizar, y por parte de las salidas se toman en cuenta las inversiones, el costo fijo y variable, el pago de los pasivos, el costo financiero y los impuestos.

Elaborar el estado de resultados y el balance general de tres años de funcionamiento y los tres años siguientes presupuestados sin el proyecto de la cámara de fumigación, con la finalidad de conocer la situación financiera de la empresa en este preciso momento.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la información financiera de la empresa, tanto lo facturado como el efectivo de caja chica. También se construyó el presupuestado de los tres años

siguientes con un incremento del 20% anual tanto en costos como en ingresos, los mismos que se observan en la tabla 2.

Tabla 1. Presupuesto de ingresos y egresos

Presupuestos de ingresos y egresos	real		real		presupuestado	
	2017	%	2018	%	2019	%
Ingresos						
Facturados	\$ 937,864.29	91.76%	\$ 923,352.19	85.95%	\$ 1,565,176.54	91.59%
Efectivo	\$ 84,222.60	8.24%	\$ 150,884.00	14.05%	\$ 145,582.13	8.41%
Total	\$ 1,022,106.89	100%	\$ 1,074,236.19	100.00%	\$ 1,730,758.67	100.00%
Costo Fijo						
telefonía	\$ 10,800.00	1.06%	\$ 10,800.00	1.01%	\$ 9,400.00	0.54%
Insumos de oficina	\$ 2,000.00	0.20%	\$ 18,000.00	1.68%	\$ 16,000.00	0.92%
partner	\$ 17,000.00	1.66%				
tacoma	\$ 48,000.00	4.70%				
trabajador 1	\$ 86,400.00	8.45%	\$ 86,400.00	8.04%	\$ 77,000.00	4.45%
trabajador 2	\$ 62,400.00	6.11%	\$ 60,000.00	5.59%	\$ 84,000.00	4.85%
trabajador 3	\$ 5,600.00	0.55%	\$ 11,200.00	1.04%	\$ 84,000.00	4.85%
Publicidad	\$ 76,000.00	7.44%	\$ 86,500.00	8.05%	\$ 31,000.00	1.79%
Total	\$ 308,200.00	30.15%	\$ 272,900.00	25.40%	\$ 301,400.00	17.41%
Costo Variable						
gasolina	\$ 42,000.00	4.11%	\$ 104,000.00	9.68%	\$ 78,200.00	4.52%
Agua	\$ 17,160.00	1.68%	\$ 9,360.00	0.87%	\$ 4,680.00	0.27%
Gasolina erick	\$ 54,283.36	5.31%	\$ 208,000.00	19.36%	\$ 246,500.00	14.24%
SIPARE (seguro)	\$ 56,453.48	5.52%	\$ 37,323.04	3.47%	\$ 25,354.17	1.46%
Insecticidas	\$ 6,200.00	0.61%	\$ 104,783.36	9.75%	\$ 74,783.36	4.32%
Macarillas	\$ 11,600.00	1.13%	\$ 4,200.00	0.39%	\$ 11,000.00	0.64%
Aspersora Manual	\$ 6,066.66	0.59%	\$ 3,600.00	0.34%	\$ 3,600.00	0.21%
Termolizadora	\$ 8,400.00	0.82%	\$ 5,199.96	0.48%	\$ 5,199.96	0.30%
Diesel			\$ 36,000.00	3.35%	\$ 45,500.00	2.63%
Publicidad			\$ 2,500.00	0.23%	\$ 2,500.00	0.14%
GPS			\$ 4,215.00	0.39%	\$ 500.00	0.03%
Mantenimiento de veh.					\$ 4,215.00	0.24%
Total	\$ 202,163.50	19.78%	\$ 519,181.36	48.33%	\$ 502,032.49	29.01%
Total costos	\$ 510,363.50		\$ 792,081.36		\$ 803,432.49	
Ingresos	\$ 1,022,106.89	100%	\$ 1,074,236.19	100%	\$ 1,730,758.67	100%
(-) Costos	\$ 510,363.50	49.93%	\$ 792,081.36	73.73%	\$ 803,432.49	46.42%
Utilidad	\$ 511,743.39	50.07%	\$ 282,154.83	26.27%	\$ 927,326.18	53.58%
impuestos	\$ 153,523.02		\$ 84,646.45		\$ 278,197.85	
U neta	\$ 358,220.37		\$ 197,508.38		\$ 649,128.33	

Elaboración propia

Tabla 2. Datos presupuestados

	2020	2021	2022
Ingresos			
Facturados	\$ 1,902,211.85	\$ 2,282,654.22	\$ 2,739,185.07
Efectivo	\$ 174,698.56	\$ 209,638.27	\$ 251,565.92
Total	\$ 2,076,910.41	\$ 2,492,292.49	\$ 2,990,750.99
Costo Fijo			
telefonía	\$ 19,200.00	\$ 23,040.00	\$ 27,648.00
Insumos de oficina			
partner			
tacoma	\$ 92,400.00	\$ 110,880.00	\$ 133,056.00
trabajador 1	\$ 100,800.00	\$ 120,960.00	\$ 145,152.00
trabajador 2	\$ 100,800.00	\$ 120,960.00	\$ 145,152.00
trabajador 3	\$ 37,200.00	\$ 44,640.00	\$ 53,568.00
Publicidad	\$ 361,680.00	\$ 434,016.00	\$ 520,819.20
Total	\$ 712,080.00	\$ 831,456.00	\$ 997,747.20
Costo Variable			
gasolina	\$ 93,840.00	\$ 112,608.00	\$ 135,129.60
Agua	\$ 5,616.00	\$ 6,739.20	\$ 8,087.04
Gasolina erick	\$ 295,800.00	\$ 354,960.00	\$ 425,952.00
SIPARE (seguro)	\$ 30,425.00	\$ 36,510.00	\$ 43,812.01
Insecticidas	\$ 89,740.03	\$ 107,688.04	\$ 129,225.65
Macarillas	\$ 13,200.00	\$ 15,840.00	\$ 19,008.00
Aspersora Manual	\$ 4,320.00	\$ 5,184.00	\$ 6,220.80
Termolizadora	\$ 6,239.95	\$ 7,487.94	\$ 8,985.53
Diesel	\$ 54,600.00	\$ 65,520.00	\$ 78,624.00
Publicidad	\$ 3,000.00	\$ 3,600.00	\$ 4,320.00
GPS	\$ 600.00	\$ 720.00	\$ 864.00
Mantenimiento de veh.	\$ 5,058.00	\$ 6,069.60	\$ 7,283.52
Total	\$ 602,438.99	\$ 722,926.79	\$ 867,512.14
Total costos	\$ 1,314,518.99	\$ 1,554,382.79	\$ 1,865,259.34
Ingresos	\$ 2,076,910.41	\$ 2,492,292.49	\$ 2,990,750.99
(-) Costos	\$ 1,314,518.99	\$ 1,554,382.79	\$ 1,865,259.34
Utilidad	\$ 762,391.42	\$ 937,909.70	\$ 1,125,491.64
impuestos	\$ 228,717.43	\$ 281,372.91	\$ 337,647.49
U neta	\$ 533,673.99	\$ 656,536.79	\$ 787,844.15

Elaboración propia

Realización de estados financieros

Con la información anterior se elabora el flujo de efectivo con las entradas y salidas de dinero que tiene la empresa en el momento de la realización, considerando como entradas los ingresos, las utilidades retenidas y el préstamo financiero a realizar, y por parte de las salidas se toman en cuenta las inversiones, el costo fijo y variable, el pago de los pasivos, el costo financiero y los impuestos, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Flujo de efectivo sin proyecto.

Flujo de efectivo	2019	2020	2021	2022
Entradas				
Ingresos	\$ 1,730,758.67	\$ 2,076,910.41	\$ 2,492,292.49	\$ 2,990,750.99
Utilidades retenidas	\$ 350,000.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00	
Préstamo financiero	\$ 1,386,361.35			
Total de entradas	\$ 3,467,120.02	\$ 2,376,910.41	\$ 2,792,292.49	\$ 2,990,750.99
Salidas				
Inversiones	\$ 1,386,361.35			
Costo Fijo	\$ 301,400.00	\$ 712,080.00	\$ 831,456.00	\$ 997,747.20
Costo variable	\$ 502,032.49	\$ 602,438.99	\$ 722,926.79	\$ 867,512.14
Pago pasivos		\$ 348,495.49	\$ 451,894.29	\$ 585,971.57
Costo financiero		\$ 324,149.04	\$ 220,750.24	\$ 86,672.96
Impuestos	\$ 278,197.85	\$ 228,717.43	\$ 281,372.91	\$ 337,647.49
Total salidas	\$ 2,467,991.69	\$ 2,215,880.94	\$ 2,508,400.23	\$ 2,875,551.37
Flujo de efectivo	\$ 999,128.33	\$ 161,029.46	\$ 283,892.26	\$ 115,199.62

Elaboración propia

Se construyó el estado de resultados en donde se muestra de manera detallada los ingresos obtenidos, los gastos en el momento en que se producen y como consecuencia el beneficio o pérdida que ha generado la empresa.

Se elaboró el balance general de tres años de funcionamiento y los tres años siguientes presupuestados sin el proyecto de la cámara de fumigación, con la finalidad de conocer la situación financiera de la empresa en este preciso momento. Posteriormente era necesaria realizar la investigación de la cámara de fumigación de bromuro de metilo con dos empresas que solo manejan dichos materiales, con base a los costos y beneficios de dos empresas.

Una vez cotizado el activo, se procede a realizar la corrida financiera con la información de la tasa de interés y del plazo que proporcionó el banco.

Indicadores financieros.

La prueba del ácido que su fórmula es el activo circulante entre el pasivo a corto plazo, esto con la finalidad de que por cada peso de deuda a corto plazo la empresa tiene la cantidad de resultado en pesos para liquidarlo (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba del ácido

Liquidez	2020	2021	2022
Activo circulante/pasivo a corto plazo	\$ 2.05	\$ 3.12	\$ 7.53

Elaboración propia

Se realizó el periodo de recuperación de la inversión, quedando en 5 años y 10 meses. El valor presente neto fue de \$106,823.27. La Tasa interna de retorno quedó en 6%

El cálculo del rendimiento sobre el capital donde se dividió la utilidad neta con el capital contable, todos los datos tomados del balance general, se refleja en la Tabla 5.

Tabla 5. Rendimiento sobre el capital

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Utilidad neta	\$1,663,640	\$1,924,645	\$2,218,859
Capital contable	\$1,788,531	\$2,445,068	\$3,232,912
ROC	93%	79%	69%

Elaboración propia

Cálculo del rendimiento sobre la inversión

Considerando llevar a cabo el proyecto se calcula las estimaciones por parte de la empresa y con eso se realizó el balance general, el flujo de efectivo, el estado de resultado y los indicadores pero ahora con proyecto. Las siguientes tablas muestran, las estimaciones y los estados financieros mencionados.

Tabla 6. Estimaciones

Conceptos	Ene-May	Abr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic	Total
Obra civil	15,000				15,000
Gastos oficina	4,500	4,500	4,500	4,500	18,000
Plancha	16,000				16,000
Sumidero	10,000				10,000
Sueldos	42,000	42,000	42,000	42,000	168,000
Tanque bromuro	56,074	28,037	56,074	28,037	168,222
Total	143,574	74,537	102,574	74,537	\$395,222
Gasto operación					
Bromuro por proceso (k)	12	12	12	12	48
Número procesos	24	36	36	36	132
Número de tarimas	4224	6,336	6,336	6,336	23,232
Gastos					
Precios procesos	29,906	44,859	44,859	44,859	\$164,483
Energía eléctrica	10,000	5,000	10,000	5,000	\$30,000
Precio tarima	70				
Ganancias	295,680	443,520	443,520	443,520	1,626,240
Gastos operación	39,906	49,859	54,859	49,859	194,483
Gastos generales	143,574	74,537	102,574	74,537	395,222
Préstamo	168,161	168,161	168,161	168,161	672,644
Total	-55,961	150,963	117,926	150,963	\$363,891

Elaboración propia

DISCUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos se realizó una comparación de los indicadores financieros sin proyecto y con proyecto. El punto más importante de la comparación es el periodo de la recuperación de la inversión, debido que sin el proyecto el periodo de recuperación es por 5 años solo con las ganancias de la empresa, al incluir el proyecto el periodo puede disminuir a tres años, lo que es un beneficio porque a partir del cuarto año todo lo que se genere descontando los costos de operación serán de utilidad neta para la empresa. De igual forma con un valor presente neto de al menos \$218,000.00 que es el valor máximo de la inversión, con una tasa interna de retorno del casi 36% para los beneficios de la

inversión de la empresa. Sobre la razón de utilidad neta después de impuestos al capital contable con un 46% de rentabilidad en el proyecto, a comparación sin el proyecto con un solo 6% que no ayudaría a la empresa con ese porcentaje para su rentabilidad. Por parte del rendimiento sobre la inversión con un máximo de 112% en el último año, generando ganancias que tiene la inversión de la empresa de acuerdo a su valor en libros.

Tabla 7. Balance general con proyecto.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ACTIVO						
Circulante						
Bancos	\$ 438,232.02	75% \$ 483,146.45	69% \$ 1,087,649.86	69% \$ 2,025,705.40	53% \$ 2,758,727.79	62% \$ 4,260,494.71
Inventario	\$ 56,980.00	10% \$ 95,360.00	14% \$ 55,620.00	4% \$ 66,384.00	2% \$ 80,380.80	2% \$ 96,456.96
Otros activos circulantes	\$ 35,932.04	6% \$ 57,228.75	8% \$ 92,470.92	6% \$ 110,955.10	3% \$ 123,153.12	3% \$ 159,789.75
Total Circulante	\$ 531,164.06	91% \$ 635,735.20	90% \$ 1,235,940.78	79% \$ 2,203,654.50	58% \$ 2,972,266.71	66% \$ 4,516,741.42
Fijo						
Mobiliario y equipo	\$ 53,600.00	9% \$ 68,600.00	10% \$ 68,600.00	4% \$ 82,320.00	2% \$ 98,784.00	2% \$ 118,540.80
Otros activos fijos				\$ 1,386,361.35	\$ 1,386,361.35	\$ 1,386,361.35
Eq. Transporte			\$ 268,189.56	17% \$ 321,827.47	8% \$ 386,192.97	9% \$ 463,431.56
Dep. acumulada				\$ 179,050.88	\$ 366,184.71	\$ 563,018.08
Total fijo	\$ 53,600.00	9% \$ 68,600.00	10% \$ 336,789.56	21% \$ 1,611,457.94	11% \$ 1,505,153.60	11% \$ 1,409,315.62
Total activo	\$ 584,764.06	100% \$ 704,335.20	100% \$ 1,572,730.34	100% \$ 3,815,112.44	68% \$ 4,477,420.32	77% \$ 5,926,057.04
PASIVO						
A corto plazo						
Proveedores	\$ 23,020.67	4% \$ 13,960.00	2% \$ 39,675.40	3% \$ 47,610.48	1% \$ 57,137.58	1% \$ 68,559.09
Préstamo bancario				\$ 1,037,865.86	\$ 585,971.57	\$ 612,889.26
Impuestos por pagar	\$ 153,523.02	26% \$ 84,646.45	\$ 278,197.85	18% \$ 400,842.87	11% \$ 500,066.04	11% \$ 337,647.49
Total corto plazo	\$ 176,543.69	30% \$ 98,606.45	2% \$ 317,873.25	20% \$ 1,486,319.20	12% \$ 1,143,170.18	12% \$ 1,019,095.84
CAPITAL						
Capital contable						
Patrimonio	\$ 50,000.00	9% \$ 50,000.00	7% \$ 400,000.00	25% \$ 700,000.00	18% \$ 700,000.00	16% \$ 700,000.00
Utilidad o Pérdida	\$ 338,220.37	61% \$ 197,508.38	28% \$ 649,128.33	41% \$ 1,073,936.16	28% \$ 1,305,456.90	29% \$ 1,568,711.07
Res. de ejercicios ant.	\$ 358,220.37	53% \$ 205,728.75	13% \$ 205,728.75	13% \$ 554,857.08	15% \$ 1,328,793.24	30% \$ 2,634,250.13
Total Capital contable	\$ 408,220.37	70% \$ 605,728.75	86% \$ 1,254,857.08	80% \$ 2,328,793.24	61% \$ 3,334,250.13	74% \$ 4,902,961.20
Total Pasivo y Capital	\$ 584,764.06	100% \$ 704,335.20	88% \$ 1,572,730.34	100% \$ 3,815,112.44	73% \$ 4,477,420.32	87% \$ 5,926,057.04

Elaboración propia

Tabla 8. Flujo de efectivo con proyecto. Elaboración propia

Flujo de efectivo	2019	2020	2021	2022
Entradas				
Ingresos	\$ 1,730,758.67	\$ 3,703,150.41	\$ 4,199,844.49	\$ 4,783,680.59
Utilidades retenidas				
Préstamo financiero	\$ 1,386,361.35			
Total de entradas	\$ 3,117,120.02	\$ 3,703,150.41	\$ 4,199,844.49	\$ 4,783,680.59
Salidas				
Inversiones	\$ 1,386,361.35			
Costo Fijo	\$ 301,400.00	\$ 712,080.00	\$ 831,456.00	\$ 997,747.20
Costo variable	\$ 502,032.49	\$ 602,438.99	\$ 722,926.79	\$ 867,512.14
Pago pasivos		\$ 348,495.49	\$ 451,894.29	\$ 585,971.57
Costo financiero		\$ 324,149.04	\$ 220,750.24	\$ 86,672.96
Impuestos	\$ 236,607.01	\$ 400,842.87	\$ 500,066.04	\$ 612,889.26
Gastos proyecto		\$ 589,703.36	\$ 619,188.53	\$ 650,147.95
Total salidas	\$ 2,426,400.85	\$ 2,977,709.74	\$ 3,346,281.88	\$ 3,800,941.08
Flujo de efectivo	\$ 690,719.17	\$ 725,440.66	\$ 853,562.61	\$ 982,739.50

Comparando este proyecto de investigación con el de “Análisis de Riesgo de un proyecto de inversión, un caso de estudio” realizado por Carmen Bazzani y Eduardo Cruz y publicado en la revista Scientia et Technica Año XIV, No 38, Junio de 2008. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701. Dicho proyecto en cuanto a su metodología abarca lo siguiente:

Descripción de la empresa caso de estudio

Donde para realizar la investigación se toma como un estudio de caso a una empresa del sector de alimentos procesados de la ciudad de Pereira, que requiere ampliar sus ventas a través de dos puntos de venta uno a ubicar en Armenia y otro en

Manizales, para un total de 5 puntos incluyendo los que tiene actualmente. La evaluación se realiza para la empresa en su conjunto ampliada. Muy similar en nuestro caso, donde la empresa del giro en fumigación desea incrementar sus servicios que ofrece actualmente. Ambas desean subir sus ingresos.

Descripción del proceso aplicado

Las proyecciones se realizan con base en la variación intuitiva de la inflación. y se elabora las proyecciones de las variables para los cinco años y se evalúa el modelo. Esta etapa es similar a nuestro caso de estudio. Donde se realizaron proyecciones de los valores financieros y económicos de la empresa. En la segunda etapa, el proyecto de Colombia desarrolla el modelo en condiciones aleatorias, e inicia con la recopilación histórica de los datos de cada una de las variables exógenas involucradas, para determinar sus características de ubicación, dispersión y forma. En nuestra investigación tenemos la recopilación de la información, la cual nos proporciona la empresa y con ello se elabora los presupuestos financieros, como son; el balance presupuestado, el flujo de efectivo y el estado de resultados presupuestado.

Evaluación del proyecto

El proyecto de Colombia realiza los cálculos correspondientes a cinco años con una tasa de oportunidad de 30% para los inversionistas, En nuestra investigación se tomó como costo de oportunidad la tasa de interés bancaria más cinco puntos porcentuales, esto para determinar los indicadores financieros.

Además en cuanto a lo que se evaluó por el proyecto de Colombia fue:

- Rentabilidad de la inversión, Punto de equilibrio, utilidad neta y margen de utilidad.
- En este proyecto además de lo anterior, se evaluó el Valor presente neto, la tasa interna de retorno y el período de recuperación de la inversión.

CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo de analizar las diferentes fuentes e instrumentos de financiamiento para el mejor aprovechamiento de los recursos financieros destinados a un proyecto de inversión.

Así como también se llevaron a cabo el cumplimiento de los objetivos específicos que eran:

- Diagnosticar la situación financiera de la empresa mediante la aplicación de diferentes métodos y técnicas de análisis para proponer acciones de mejora.
- Seleccionar la fuente de financiamiento adecuada para el proyecto de inversión de la empresa.

- Determinar los flujos de efectivo por diferentes métodos, así como elaborar proyecciones de los flujos de proyectos de inversión a largo plazo.
- Determinar la inversión a través del uso de las técnicas de evaluación del presupuesto de capital.
- Evaluar la viabilidad financiera a través de los diferentes métodos o técnicas especializadas

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que el proyecto financiero de adquirir una cámara portátil de fumigación de madera para la exportación de diferentes materiales y de igual forma añadir el área de inocuidad en la empresa para el buen manejo de alimentos y las buenas prácticas de manufactura, es viable desde el punto de vista financiero.

La empresa recupera su inversión en tres años, el valor presente neto se incrementa con relación a seguir operando sin la inversión del activo. Se compararon tanto los indicadores como los rendimientos de las utilidades y el valor presente de la empresa.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones directas para la empresa

- Llevar a cabo el proyecto de inversión.
- Realizar un seguimiento muy cuidadoso y específico del análisis presupuestal, es decir, la comparación de los datos reales con los datos presupuestados.

Tener siempre en cuenta que existen variables económicas que pueden mejorar o perjudicar un proyecto financiero, por lo que se debe estar muy atento a cualquier movimiento económico que afecte el desempeño y el éxito del proyecto. Para que un proyecto pueda tener éxito, no sólo se tiene que evaluar la parte financiera, es muy importante considerar los aspectos administrativos internos de la empresa, para lo cual es importante realizar en forma periódica un diagnóstico de la empresa en las áreas de planeación, organización, dirección y control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, O. C. (2002). *Introducción a las Finanzas*. México : McGraw Hill .
- Gitman L(2012). *Principios de Administración Financiera*. Editorial Pearson Educación. México 2012
- G., M. C. (s/f). *Administración Financiera Básica. El corto plazo*. Universidad Mayor de San Andrés Fac.
- J., G. L. (2012). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson Educación.

EL TLC Y T-MEC DE AMÉRICA DEL NORTE, EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Martín Gerardo Martínez-Valdés¹, Héctor Moreno-Martínez² y César Orlando Pozo-Santiago³¹Universidad Tecnológica del Usumacinta, Libramiento Glorieta Emiliano Zapata – Tenosique, s/n, Col. Las Lomas Emiliano Zapata Tabasco.²Investigador independiente, Ciudad de México.³Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Autor de correspondencia: mmartinezvaldes@yahoo.com.mx (Martín Gerardo Martínez-Valdés)

Recibido: 25/julio/2020

Aceptado: 14/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Los tratados de libre comercio (TLC), son un reto para que los países desarrollen los mejores esquemas de relaciones internacionales, productividad, rentabilidad y competitividad en sus principales sectores generadores de recursos, la importancia de este ensayo, es presentar de manera crítica los aportes del TLCAN y las oportunidades a ajuste con el T-MEC, así como los principales puntos, a partir de este 2020, promueva cambios necesarios en el país para visualizar e implementar innovaciones de impacto en las políticas de desarrollo regional, es necesario considerar procesos de atención especializado con el seguimiento de acciones, generar reglas claras, programas y planes de apalancamiento, y por otra parte, la aplicación de apoyos, financiamientos, consultorías especializadas, promoción entre los empresarios, acción de las instituciones, para lograr responder a los compromisos exigidos por el T-MEC y de la sociedad.

Palabras clave: Competitividad, libre comercio, productividad, tratado,

THE FTA AND T-MEC OF NORTH AMERICA, IN FOOD SECURITY

ABSTRACT

Free trade agreements (FTA) are a challenge for countries to develop the best schemes for international relations, productivity, profitability, and competitiveness in their main resource-generating sectors. The importance of this essay is to critically present the contributions of NAFTA and the opportunities to adjust with the T-MEC, as well as the main points, starting in 2020, to promote necessary changes in the country to visualize and implement impact innovations in regional development policies, it is necessary to consider processes of specialized attention with the monitoring of actions, generating clear rules, programs and leverage plans, and on the other hand, the application of supports, financing, specialized consultancies, promotion among entrepreneurs, action by institutions, in order to meet the required commitments by the T-MEC and society.

Keywords: Competitiveness, free trade, productivity, treaty.

INTRODUCCIÓN

Recordemos la definición de los tratados, son documentos que expresan la esencia de acuerdos con la finalidad de relacionar países, organizaciones, regiones y son parte de un proceso de planeación, y consideran los aspectos económicos, sociales, científicos y tecnológicos, de educación y políticos, al integrarse en beneficio de los suscriptores para alcanzar objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo (Arámbula-Reyes, 2008; Arellanes-Jiménez, 2014). Los tratados internacionales firmados por México través 30 años, ha permitido crecer en el comercio internacional, con expectativas de desarrollo regional y visualizar las posibilidades de atender los requerimientos de una globalización, tratados con Latino América, Asia, Europa y Norte América, promueven compromisos para atender de una manera puntual y específica, las instituciones deben tener claro los requerimientos y acciones, sobre todo, porque los empresarios nacionales y de inversión extranjera, están a la expectativa de las políticas para obtener los

beneficios correspondientes por el comercio internacional y hacia el interior del país.

El libre comercio, referido a los aspectos de comercialización, es un proceso del ámbito internacional al existir traslado de bienes y servicios entre países o regiones, conforme a la oferta y demanda existente, el cual posee normas por país, para realizar un control mediante la importación de productos y las exportaciones, denominado balanza comercial, este indicador determina como se presenta este libre comercio (Gazol-Sánchez, 2016). En el caso de México, Estados Unidos es el mayor socio comercial en todos los niveles y Canadá surge como país con expectativas clave, la conjunción de estos trabajos y beneficios a obtener, debe procurar acciones en la mejora de toda relación comercial, obtener ventajas, relaciones de utilidad mutua, sobre todo, aprender de los errores y establecer estrategias con un incremento en la productividad y competitividad de los países, aspectos referentes a la búsqueda del desempeño idóneo de los recursos de las

empresas y la utilización de los ambientes externos, con la finalidad de alcanzar rentabilidad, además de incluir los asuntos sociales, al requerirse en planes y programas institucionales (Martínez-Valdés, 2017).

Es necesario, una vez desarrollados estos esquemas de libre comercio, con base a acuerdos, se deba ejercer los derechos de cada país para salvaguardar su soberanía y no caer en manejos de deterioro hacia la toma de decisiones y sobre todo, la libertad al hablar de soberanía alimentaria, el impacto con estos tratados, es cuidar los derechos como país a definir políticas, así como regular la producción y comercialización de alimentos, en el acceso, distribución, suficiencia y disponibilidad efectiva para los ciudadanos (Mariscal-Méndez, *et al.*, 2017), esto debe ser parte importante del cuerpo de conceptos en los documentos y planteamientos en el T-MEC.

Objetivo. El presente ensayo aborda en forma puntual las implicaciones del TLCAN y el nuevo T-MEC, en la política del sector agroalimentario y los impactos en la seguridad alimentaria en el país, a partir de la entrada en vigor.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló con base a revisión de fuentes de información de revistas arbitradas, indexadas en Scielo, Redalyc, Google Académico, manuales y reportes de instituciones oficiales. Se presenta la investigación en cuatro apartados para mejor comprensión con generalidades, aspectos, condiciones de los tratados y el impacto en la seguridad alimentaria, esto inmerso en el proceso de cambio de política y economía internacional de México, Estados Unidos de Norte América y Canadá.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades de los tratados

Al analizar las implicaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el Tratado México-Estados Unidos-Canadá (T-MEC) sobre la agricultura, la alimentación y la seguridad alimentaria en México, es proponer políticas que permitan aportar una respuesta a las necesidades de la población, sobre todo si tenemos claro el término de Tratado de Libre Comercio (TLC), como proceso de integración económica del libre comercio de productos entre los países o regiones que lo pacten, al existir cooperación para evitar restricciones en los distintos sectores de la producción y puedan ser beneficiados, sobre todo con la eliminación de tarifas y cuidar las normas de buena convivencia entre los miembros (Arellanes-Jiménez, 2014).

En el sexenio de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), los procesos del estado en la repartición de la riqueza rural, la relación existente entre seguridad alimentaria como mercado nacional y las ventajas competitivas en la producción para la exportación, así como la productividad que favorece los

modelos desarrollo con la generación de TLC y expresar extremos hacia los empresarios (de Grammont, 1996), permitió un cambio estructural, al proponer una economía abierta para transformar al país, al admitir apertura de empresas con producto definido hacia el exterior y direccionar avances en sectores como el industrial y de servicios, sobre todo con efectos directos arancelarios en los productos como maquinaria, material y equipo eléctrico, automóviles, aparatos de óptica, médicos y de fotografía, materiales plásticos y combustibles minerales, al satisfacer una demanda interna la cual se encontraba sin proveedores (Rodil-Marzábal, y López-Arévalo, 2011).

En términos particulares los objetivos del TLCAN, se establecieron en el artículo 101 de la ley promulgada el 20 de diciembre de 1993, en el diario oficial (Secretaría de Comercio y Fomento Industria, 1993), que corresponde a facilitar la circulación entre fronteras de bienes y servicios entre México, Estados Unidos de Norte América y Canadá, aunado a promover una competencia leal como zona libre, incrementar oportunidades de inversiones en los territorios con capitales, proteger de manera adecuada la propiedad intelectual de productos y servicios, administrar de manera eficiente los reglamentos que de esto emanen, así como establecer una cooperación trilateral, regional y multilateral en beneficio de las partes al entrar en vigor el 1 de enero de 1994.

Aspectos de los tratados

Para esto se consideran en el tratado cinco aspectos que corresponde a Comercio de bienes, Comercio de servicios e inversión, Aspectos institucionales, Compras de gobierno y propiedad intelectual, así como Evaluación general (Arámbula-Reyes, 2008):

- 1) Comercio de bienes
 - a) Acceso a mercados: Acceso preferencial, nichos de mercado potenciales, acceso a seguro de exportaciones, promover competitividad. Eliminación de cuotas, distinción de productos originarios, seguridad jurídica, coordinación e cadenas de valor, certificados de origen, fichas técnicas acorde al lenguaje, eliminación paulatina de aranceles y supresión de aranceles para automóviles
 - b) Sector agropecuario, medidas sanitarias y fitosanitarias: Abaratamiento de insumos, subsidios a productos de exportación, impulso a inversiones e investigación, eliminación de aranceles para productos de EUA y Canadá, adopción de medidas sanitarias y fijación de aspectos de bioseguridad.
- 2) Comercio de servicios e inversión
 - a) Servicios: Comercio transfronterizo (construcción, transportación, computación, telecomunicaciones, otros), servicios de carga internacional, acceso paulatino de servicios financieros.

- b) Inversión: Aumento de inversión privada, promoción de inversión extranjera, seguridad y certidumbre para la inversión, libertad de transferencia.
- 3) Aspectos institucionales
 - a) Acuerdos de cooperación y consulta, mecanismos transparentes de acciones, obligatoriedad de informes, existencia de procedimientos internos, facilidad de recursos de arbitraje, existencia de tribunales para el caso, establecimiento de puntos de enlace, comisión del libre comercio, instauración de un secretariado
- 4) Compras de gobierno y propiedad intelectual
 - a) Compras de gobierno (discriminalidad en adquisiciones, promoción e información, procedimientos de compras del gobierno).
 - b) Propiedad intelectual (protección de inventos y patentes, origen geográfico de) productos.
- 5) Evaluación General
 - a) Evaluación general (reportes sobre importancia económica y comercial, desarrollo de la competitividad y aportes).
 - b) Identificación de productos (productos exportables, demanda y oferta a desarrollar).

Con la aplicación del libre tránsito y liberación de aranceles, México pasa de un 85 % de exportaciones al 91 % en 2003, lo que promovió aspectos de comercio interesante y de desarrollo regional, para el caso los tres países con la aplicación de políticas lograron de 288 mil millones de dólares en 1993 de transacciones para 2003 lograron 626 mil millones de dólares como balanza comercial, en tanto que el comercio con Canadá se situó en ese año con 220% de aumento y con Estados Unidos del 186% (Ramales-Osorio, 2008).

Aunque se puede comentar, en ese periodo después de 10 años, no todo se presentó conforme debería de corresponder a los mercados, la caída y mantenimiento de salarios bajos y la contracción de los mercados internos, fue y es un problema de aspectos donde las políticas públicas al no tener efectos positivos, se generan propuestas de aperturas comerciales y financieras que benefician a empresas multinacionales y limitan a los mercados nacionales y locales es cuestión del control del comercio, sobre todo marginan a los trabajadores y se benefician las economías de escala (Cabrera, 2015), se observa al realizar este tipo de políticas, no exige al gobierno de estrategias públicas y privadas para adoptar medidas en la generación de servicios y promover la productividad en las empresas mexicanas, en cualquier estrato o actividad para cuidar los niveles de rentabilidad de las empresas (Ríos-Ruiz, 2015).

Para la segunda década de operación del TLCAN, se observó una baja en los procesos comerciales entre los países, sobre todo lo concerniente a energía, recursos y agricultura, se presenta una apertura de procesos de industrialización y manufactura, incentiva inversiones y por ende segmentos de

fomento específicos, sobre todo, en algunas áreas del país al tener con los medios para desarrollar estas actividades industriales, (Morales-Vázquez *et al.*, 2017), lo que también desestabiliza, algunas regiones netamente productoras primarias, con pérdidas de empleos, derivado al traslado de trabajo hacia el sector industrial con el abandono del campo, y por lo tanto, baja en la producción agropecuaria, así como en las ciudades puestos mal pagados, aumento de comercio informal, desajuste en la economía familiar al quedar como bloque de subsistencia, aunado a las situaciones sociales y económicas que se presentan (Polaski, 2003).

El campo sufrió una bifurcación extrema, se delimitó una sectorización de fincas para producir hacia la exportación, a través de agricultura por contrato con sus ventajas y desventajas, y la parte de producción nacional, la cual sufre muchos desajustes e inconvenientes, por las zonas de producción en nuestro país o zonas económicas delimitadas, donde predominó la desaparición de créditos, de subsidios, falta de asistencia técnica (Vaughan, 2003), en la cual coincide con Vicente Fox Quesada (2000-2006), al presentarse una división marcada entre zonas económicas, se influencia a la generación de empresas, se da prioridad a importaciones alimentarias (Durand-Alcántara, 2009), entre otras acciones que hasta el momento persiste como la eficiencia de créditos al campo, con sus bemoles de atención a nivel general.

Condiciones de los tratados

Al revisar las condiciones de beneficios entre los países con el TLCAN Rodríguez, *et al.*, (2014), explican que debe visualizarse los ciclos económicos expresados en la relación comercial existente, al permita hacer una diferencia, se fundamentan que existe evidencia de relaciones recíprocas a corto plazo, más bien el comercio y todos los procesos se han desarrollado de forma parcial, máxime que los procesos de globalización económica ha dinamizado el comercio mundial y debe existir apertura con países que tienen una economía fortalecida o en su defecto son dueños de productos que demanda el mercado y no se producen en los países, en el caso de México es notorio esta situación.

Dussel, *et al.*, (2018), consideran una de las variables de impacto, como efecto en la atención del tratado, fue la implementación de un proceso de control sobre los objetivos principales, derivado de situaciones notorias como el crecimiento de la pobreza, depender de importaciones en la alimentación de la población, así como de combustibles, un crecimiento del PIB por parte de la balanza comercial inconsistente, aunado a desaceleración interna, eso como resultado de efectos de ciclos económicos cortos (Rodríguez, *et al.*, 2014), políticas públicas no acordes a los requerimientos, aunado a no existir seguimiento de planes y proyectos como país, implican vacíos, se espera con atención personalizada y reglas específicas con seguimiento pormenorizado, resolver aspectos a discreción de los involucrados.

El T-MEC inicia su operación en julio del 2020 (Gobierno de México, 2020), el cual propone estrategias de crecimiento al existente con respecto a la industria automotriz, combate a la corrupción, verifica los aspectos salariales, protección intelectual, normativa sobre el comercio electrónico, promueve aspectos ambientales en las actividades productivas, de servicios y a las Pymes, además de dar seguimiento por medio de lineamientos que permitan certidumbre de los hechos. En el área agropecuaria, es revisar la parte de subsidios y regulaciones de productos lácteos, en la parte textil es específica, al revisar lo concerniente a la clasificación de materia prima y cuidado de la cultura indígena.

La revisión corresponde a 34 capítulos (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2019), lo cual tiene su importancia, por tratar puntos específicos a nivel global, y establecer cuatro prioridades de atención, el primero fortalecer la competitividad de América del Norte con el acceso de productos agropecuarios, promover buenas prácticas, cooperación regional e innovaciones; el segundo comercio regional inclusivo y responsable con la participación de PYMES, establecer propuestas laborales y desarrollo de la infraestructura fronteriza; el tercero tener certidumbre del comercio e inversiones con establecer un régimen legal estable, modernizar el trato a controversias y la cooperación de la información, así como revisar la parte legal de proveedores; como punto cuatro aprovechar las oportunidades del siglo XXI como revisar los aspectos energéticos, implementar la economía digital, promover los servicios financieros así como las telecomunicaciones y aplicación de la propiedad intelectual (Secretaría de Economía, 2017).

Impacto en la seguridad alimentaria

Referente a la instalación del T-MEC posterior al TLCAN, resulta preocupante la no aparición de la soberanía y seguridad alimentaria, como tal, es una situación que se da por hecho en las políticas generales en el apartado de proveedores, se consideró como un proceso de compra y venta de mercancías, sin atender en realidad necesidades primordiales de alimentación, además, mantener alimentos suficientes para comer y no para nutrir a la población (Pricewaterhouse Coopers, 2018), aspecto que influye en los productores locales, con iniciativas como la existencia de apoyos, siempre y cuando no distorsionen el proceso comercial definido entre los países, lo cual es cuestionable (México ¿Cómo vamos?, 2018).

En este sentido, el T-MEC, solo revisa el TLCAN y propone auditorías, trabajos anticorrupción y seguimiento, con nuevos términos que son específicos de las industrias de manufactura y de automóviles, se minimiza la parte de producción primaria al comentar solo los subsidios, los demás aspectos son periféricos, que apalancan la máxima operación industrial, caso de los salarios, transporte, capital

humano, pero sobre todo seguridad (de diferente índole) a los inversionistas, se potencializa el comercio electrónico para minimizar costos y obtener mayor dinamismo en las ventas con un manejo rápido en las transacciones, en el caso de ámbito agropecuario, la implementación y uso de la Agricultura 4.0, la cual proyecta tecnologías para un desarrollo global, al requerir inversiones hacia las empresas y productores, esto implica una preparación del campo con recursos, tecnología, capital humano, activos, aspectos financieros, económicos y disposición de la biotecnología agrícola (México ¿Cómo vamos?, 2018; Ortega, 2018), lo cual por el tipo de políticas públicas existentes se contraponen y afecta al sector social.

Los compromisos adquiridos, alientan a distintos sectores de producción y servicios, pero en forma directa no se tiene un punto de diferencia en el sector agroalimentario, el cual queda sin cambios, con los mismos financiamientos, apoyos, y factores de comercio que dependen de la oferta y demanda de productos, tal es el caso, se imprime mayor dinamismo a la importación de alimentos e insumos, que afectan en forma directa a las pequeñas empresas y por ende a las economías locales (Suppan, 2018), en lo general existirán procesos de adecuaciones de beneficios o apoyos a los exportadores, que en México se restringen, por la compatibilidad en la calidad de los productos requeridos en los países de la región, con la situación fitosanitaria o bioseguridad, es usar paquetes tecnológicos comunes con productos autorizados y presentar concordancia con lo que solicita el país destino, en este caso se reitera la importación de insumos (Zaga, Ortiz, y Reza, 2020), esto impacta en los productores sociales, al depender del asistencialismo, siguen en su mínima definición con la aplicación de programas de subsistencia, al quedar pendiente la capitalización del campo y por ende calidad de vida en la población.

CONCLUSIONES

En este sentido podemos comentar que a lo largo del TLCAN desde 1993, los gobiernos sexenales se perdieron en determinar su labor en lo particular, falto revisar efectos externos globales hacia el proceso del tratado, se observa que, en los primeros 10 años funcionó en base al contexto, en forma posterior las nuevas relaciones internacionales y comerciales cambiaron en forma dinámica, y no se tenía un plan de respuesta inmediato, al afectar la economía del país.

Bajo estas condiciones se debe desarrollar un esquema de alianzas estratégicas a lo largo de todo sistema financiero, económico, político, social, tecnológico, cultural, que permita a la sociedad crecer con alternativas para promover proyectos a corto, mediano y largo plazo, donde lo más importante, debería ser, cubrir las necesidades prioritarias de los ciudadanos, sobre todo con alimentación de calidad.

Por otro lado, no se cuentan con parámetros de identificación, el solo tratado aportó un crecimiento importante en las relaciones comerciales, y en la balanza comercial, presentó beneficios considerables en el país; aunque el importar el 40

% de la alimentación y tener más 50 millones de personas en extrema pobreza, son aspectos que cuestionan lo aplicado en estos trabajos, si bien lo multifactorial del asunto es complicado, es necesario se puntualicen acciones y políticas para lograr escenarios benignos.

Con las modificaciones del T-MEC, se debe generar procesos internos de seguimiento, planes de crecimiento puntuales, políticas especiales para cubrir vacíos y que el gobierno vea esto de una manera integral, para que los procesos se lleven de una manera democrática y efectiva, el reto de este nuevo gobierno está en la acción y sobre todo entender que debemos lograr un país equilibrado y tendiente a obtener calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arámbula-Reyes, A. (2008). *Tratados comerciales de México*. Servicios de investigación y análisis. Cámara de Diputados, México. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spe/SPE-ISS-05-08.pdf>
- Arellanes-Jiménez, P. E. (2014). El Tratado de Libre Comercio de América del Norte: antes, durante y después, afectaciones jurídicas en México. *Revista IUS*, 8(33), 257-274. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&id=S1870-21472014000100011&lng=es&tlng=es.
- Cabrera, S. (2015). Las reformas en México y el TLCAN Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 46(180), 77-101. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/118/11832979005.pdf>
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, (2019). *En contexto, tratado entre México, estados Unidos y Canadá (T-MEC)*. CESOP. Recuperado de <file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/CESOP-IL-72-14-TMEC-280319.pdf>
- Gobierno de México, (2020). *T-MEC entrará en vigor el 1º de julio de 2020*. Comunicado de prensa 37. Recuperado de <https://www.gob.mx/se/articulos/tmec-entrara-en-vigor-el-1-de-julio-de-2020?idiom=es>
- De Grammont, H.C. (1996). *Política agraria y estructura territorial*. Estudios agrarios. Recuperado de http://www.pa.gob.mx/publica/cd_estudios/Paginas/autore/s/c%20de%20grammont%20hubert%20politica%20agraria.pdf
- Durand-Alcántara, C. H. (2009). Análisis y prospectiva crítica de la política agraria del gobierno de Vicente Fox Quesada. *Análisis de medio rural latinoamericano*, 43-72. Recuperado de [file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/rt-581%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/rt-581%20(1).pdf)
- Dussel-Peters, E., Moreno-Brid, J. C., Salat, I., Sánchez, J., y Ramírez, J. C. (2018). La renegociación del TLCAN. Efectos arancelarios y el caso de la cadena del calzado. *Investigación económica*, 77(303), 3-78. Recuperado de <https://www.dusselpeters.com/128.pdf>
- Gazol Sánchez, A. (2016). Libre comercio: tratados y nuevo orden. Un balance. *Economía UNAM*, 13(38), 122-130. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v13n38/1665-952X-eunam-13-38-00122.pdf>
- Mariscal-Méndez, A., Ramírez-Miranda, C. A., y Pérez-Sánchez, A. (2017). Soberanía y Seguridad Alimentaria: propuestas políticas al problema alimentario. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, (69), 9-26. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/textual/n69/2395-9177-textual-69-9.pdf>
- Martínez-Valdés, M. G. (2017). La Competitividad vista desde la Complejidad: Elemento que Impacta en el Destino de Recursos en México. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4(8), 1-27. Recuperado de <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/711/976>
- México ¿Cómo vamos?, (2018). *Del TLCAN al T-MEC*. Recuperado en <https://mexicocomovamos.mx/new/md-multimedia/1543604492-904.pdf>
- Morales-Vázquez, B. H., Ramírez-Domínguez, M. de J., Reséndiz-Ortega, M. E, Franco-Hernández, J. L., y Dixon-Acosta, E. A. (2017). El impacto del TLCAN en las finanzas y la economía de México: una mirada desde las MIPYMES. *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 6(12), 110-133. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.23913/ricca.v6i12.99>
- Ortega, P. (2018). *Agricultura climáticamente inteligente*. CONCAMIN. [online]. Recuperado de https://concamin.mx/wp-content/uploads/2018/10/18102018SINTESISCONCAMIN_1762.pdf
- Pricewaterhouse Coopers, (2018). *Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá*. PWC. México. Recuperado de https://www.pwc.com/mx/es/archivo/2018/201811-pwctmec.pdf?utm_source=Website&utm_medium=DescargaPDF
- Polaski, S. (2003). *Empleo, salarios e ingresos del grupo familiar*. La promesa y la realidad del TLCAN. 11-40. Ed. Carnegie Endowment. USA. Recuperado de https://carnegieendowment.org/pdf/files/NAFTA_Spanish_fulltext.pdf
- Ramales-Osorio M. C. (2008). *Industrialización por sustitución de importaciones (1940-1982) y modelo ¿Secundario-exportador? (1983-2006) en perspectiva comparada*. eumed.net [online]. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2008c/434/Entrada%20en%20vigor%20del%20TLCAN%20e%20impacto%20economico.htm>
- Ríos-Ruíz, A. de los Á. (2015). El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), su impacto en el sector turístico: ¿De qué manera favorece a México? *Revista In Jure Anáhuac Mayab*, 3(6),16-44. Recuperado de http://anahuacmayab.mx/cominst/injure/Articulo_1.pdf
- Rodil-Marzábal, Ó., y López-Arévalo, J. A. (2011). Efectos del tratado de libre comercio de américa del norte sobre el

- Comercio de México: creación de comercio y especialización intraindustrial. *Revista de Economía Mundial*, 27, 249-278. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86617253010>
- Rodríguez-Benavides, D., Lima-Santiago, V., y Ortiz, E. (2015). ¿Sincronizaron México y Estados Unidos sus ciclos económicos con el TLCAN?. *Contaduría y administración*, 60(S1). 195-229. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cya.2015.08.010>
- Secretaria de Comercio y Fomento Industrial (20, de diciembre, 1993). *Decreto de promulgación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. Segunda sección. Diario oficial de la federación. Recuperado de <http://www.economia-snci.gob.mx/sicait/5.0/doctos/TLCAN.pdf>
- Suppan, S. (2018). *Inocuidad de los alimentos y OGM en el nuevo TLCAN*. Institute for Agriculture & Trade Policy. Recuperado de https://www.iatp.org/sites/default/files/2018-10/2018_10_NewNAFTA_FoodSafety_ES.pdf
- Vaughan, S. (2003). *¿El tratado de comercio más verde de la historia?* La promesa y la realidad del TLCAN. 65-94. Ed. Carnegie Endowment. USA. Recuperado de https://carnegieendowment.org/pdf/files/NAFTA_Spanish_fulltext.pdf
- Zaga, D., Ortiz, A., y Reza, A. (2020). T-Mec: Nuevos retos y oportunidades. Soluciones de Inteligencia Económica. *Deloitte, D.Econosignal [online]*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/finance/2020/TMEC-retos-opportunidades.pdf>

PRUEBA COMPARATIVA DE 7 GENOTIPOS DE JITOMATE (*Lycopersicum sculentum*), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR P'URHEPECHA

Rigoberto Espino-Herrera¹, Adán Santaclara-Villanueva¹, Norma Valdovinos-Rivera¹, Jesús Santiago-Gregorio¹ y Adelaida Stephany Hernández-Valencia¹

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior P'urhepecha. Michoacán, México. Carretera Carapan-Uruapan km 31.5 Cheran, Michoacán, México, C.P. 60280. Teléfonos: (443)292 1023 y (443) 292 1026

Autor de correspondencia: r_espino4@hotmail.com (Rigoberto Espino-Herrera), savillad_1088@hotmail.com, lidia.val.r@hotmail.com, jesus_edu_itsp@hotmail.com, ade_phany@hotmail.com

Recibido: 25/julio/2020

Aceptado: 14/agosto/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Para evaluar la prueba de los genotipos de jitomate, agrónomicamente se estableció en una área de 180 m², bajo condiciones de invernadero de media tecnología, donde se utilizaron siete híbridos de esta hortaliza, donde se analizaron días a floración, avance de cuajado de fruto, así, como el rendimiento por m² de fruta como una de las variables más importantes. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, donde finalmente la parcela útil quedó comprendida de una hilera con 10 plantas por repetición, los genotipos fueron Torreón, Vanesa, Galilea, DRD-8551, SV-3543, Bullsere y Pay-pay, mediante muestreos realizados se evaluaron indicadores de crecimiento y rendimiento por unidad de superficie, y bajo estas condiciones generadas en este espacio, el genotipo Pay-pay mantuvo la mayoría de las variables sobresalientes en relación a los demás, con un promedio de 24.3 kg/m² de fruta, como se presenta en el cuadro 3. Y con ello logro superar a los otros seis genotipos, por lo que se recomienda ampliamente para la región, y con ello se logra alcanzar el objetivo planteado como fue identificar el mejor genotipo que presente mejor rendimiento por m². Además con estas variables lo hace más rentable.

Palabras claves: Genotipo, *Lycopersicum sculentum*, Invernadero y Rendimiento.

COMPARATIVE TEST OF 7 GENOTYPES OF TOMATO (*Lycopersicum sculentum*), UNDER CONTROLLED CONDITIONS, AT THE INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR P'URHEPECHA

ABSTRACT

To evaluate the tomato genotype test, it was agronomically established in an area of 180 m², under medium-tech greenhouse conditions, where seven hybrids of this vegetable were used, where days to flowering, fruit set advance were analyzed, as well as the yield per m² of fruit as one of the most important variables. An experimental design of divided plots with three replications was used, where finally the useful plot was comprised of a row with 10 plants per repetition, the genotypes were Torreón, Vanesa, Galilea, DRD-8551, SV-3543, Bullsere and Pay-pay. , by means of samplings carried out, growth and yield indicators per surface unit were evaluated, and under these conditions generated in this space, the Pay-pay genotype maintained most of the outstanding variables in relation to the others, with an average of 24.3 kg/m² of fruit, as presented in table 3. And with this, it managed to surpass the other six genotypes, which is why it is widely recommended for the region, and with this, it is possible to achieve the objective set, such as identifying the best genotype that presents best performance per m². Furthermore, with these variables it makes it more profitable.

Keywords: Genotype, *Lycopersicum sculentum*, Greenhouse and Yield.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura, además de la producción a campo abierto, se practica en una amplia variedad de ambientes modificados, entre los que destacan los invernaderos con o sin control ambiental con cultivos en sistemas hidropónicos, sustratos inertes o en suelo (Castellanos, 2007).

El sistema de producción de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en invernadero que se practica en países europeos y en América del Norte, consiste en usar genotipos de tipo bola de crecimiento indeterminado, con densidades

de población de dos a tres plantas· m⁻² que se dejan crecer a más de 3 m de altura, para cosechar de 15 a 25 racimos por planta en un ciclo de cultivo de 10 a 11 meses y un periodo de inicio a fin de cosecha de al menos cinco meses, pero con rendimientos que pueden sobrepasar 300 t· ha⁻¹· año⁻¹ (Nuez, 2001; Resh, 2001). En este sistema el índice de área foliar (IAF) aumenta continuamente, y por ello la densidad de población se determina considerando que las plantas crecerán a la altura indicada. Lo extenso del ciclo de cultivo provoca una producción relativamente baja de biomasa por año, debido principalmente a que el IAF, para una máxima intercepción de radiación fotosintéticamente activa (RFA)

por el dosel, tarda mucho tiempo en establecerse (Sánchez *et al.*, 1999).

Charles-Edwards *et al.* (1986) consideran que entre más pronto se logre establecer y se mantenga el IAF óptimo para lograr una máxima intercepción de RFA, mayor rendimiento por unidad de superficie puede lograrse.

En México, la horticultura protegida está en amplio crecimiento y desarrollo. En el año de 1980 se reportaron 300 hectáreas (ha) con este sistema de producción y en 2008 alrededor de 10,000 ha. Este sistema de producción ha presentado un elevado crecimiento en los últimos años (entre 20 y 25% anual), lo que ha generado contradicciones en el número de hectáreas (ha) actualmente establecidas. La Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en 2010 reportó 11,760 ha mientras que para el mismo año la Asociación Mexicana de Agricultura Protegida, Asociación Civil (AMHPAC), en el mismo año censó 15,300 ha.

El uso de variedades determinadas de jitomate no es común en invernaderos, pero para los sistemas propuestos de despunte donde se dejan tres racimos por planta puede ser más adecuado, ya que presentan menos área foliar por planta, menor altura y, en consecuencia, menos sombreado mutuo para las altas densidades que se manejan (Méndez y Sánchez, 2005).

Con base en lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar y adaptar agrónomicamente, siete genotipos de plantas de jitomate en suelo bajo condiciones de invernadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo se llevó a cabo de Marzo a Julio del 2020, en condiciones de invernadero en suelo. Se emplearon 6 genotipos de crecimiento determinado y un genotipo indeterminado, ubicados en el Instituto Tecnológico Superior P'urhepecha, a 19°40' 30.8"N 101°59' 03.3"W una altitud de 2,420 m.



Figura 1. Ubicación satelital del experimento

Material biológico

Se utilizaron los híbridos comerciales de jitomate Torreón, Vanessa, Galilea, DRD, Bull-seye y SV-3555, ambos de hábito de crecimiento determinado y frutos tipo saladette. Así mismo el genotipo Pay-Pay de hábito indeterminado. Estos cultivares son apreciados en el mercado por sus frutos grandes, color uniforme, buen sabor, firmeza y relativa larga vida de anaquel.

Diseño del experimento

El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas y siete tratamientos en un arreglo factorial, siendo los factores de estudio los sistemas de producción (uno) y los genotipos de jitomate (siete).

Se reformaron 7 hileras o surcos: consistió en unidades experimentales de 120 plantas en arreglo de siete hileras de plantas y una orientación norte-sur, con un espacio entre plantas de 30 cm y entre hileras de 80 cm, dejando pasillos de 50 cm entre cada genotipo de siete hileras, lo que resultó en una densidad de cuatro plantas m² de invernadero. Las plántulas se trasplantaron a los 30 días después de la siembra (dds).

Variables evaluadas fueron:

- 1) Días a floración (Días9
- 2) Porcentaje de cuajado (%)
- 3) Número de frutos por racimo
- 4) Número de frutos por planta.
- 5) Peso medio de fruto (g).
- 6) Tamaño de fruto (mm)
- 7) Rendimiento (kg/m²) por ciclo.

Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando para su análisis el programa computacional SAS.

Establecimiento del experimento

El trasplante se realizó el 02 de marzo, cuando la humedad estaba en un 70 %, así mismo se plantó a un distanciamiento de 30 cm entre planta y a 80 cm entre hileras, las plantas fueran sumergidas en una solución fúngica para desinfección durante 5 minutos, después se fue colocando directo al surco. Durante la primera semana se aplicaron cuatro riegos por día sin fertilizante, y a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas se aplicaron tres riegos diarios con una solución nutritiva compuesta por las siguientes concentraciones de nutrimentos minerales en mg·L⁻¹ N=250, P=50, K=250, Ca=280, Mg=50, Fe=2, Mn=0.5, B=0.5, Cu=0.1 y Zn=0.1, como la sugieren Sánchez *et al.* (1992).



Figura 2. Trasplante

Tutoreo, podas y despunte

El tutoreo o guiado de las plantas se iniciará de 15 días a un mes después del trasplante (45 a 60 días después de la siembra en semillero), Las podas consisten en la eliminación manual de los brotes laterales que emiten las plantas, cuando éstos alcanzan una longitud entre 3 y 5 cm. Se inician más o menos a los 60 días después de la siembra en semillero y se continúan a intervalos de aproximadamente ocho días durante 40 días más. No es conveniente dejar crecer más largos los brotes laterales antes de podarlos ya que eso hace más difícil la labor, pero sobre todo se debilita el crecimiento de los frutos, ya que estos demandan nutrientes y azúcares para su crecimiento, dejando menos disponibles para el desarrollo de flores y frutos.



Figura 3. Deshoje, en etapa vegetativa

El despunte consiste en la eliminación de la yema terminal del tallo y se realiza dejando dos hojas arriba de la tercera inflorescencia, procurando que la porción removida no sea de más de 8 cm. Las labores de poda posibilitan el crecimiento a un tallo y con el despunte se logran plantas de poca altura; la combinación de ambas prácticas permite el cultivo con altas densidades y el acortamiento del ciclo de cultivo, sin disminuir la producción por ciclo, pero aumentando la productividad potencial anual. Esta práctica se realiza aproximadamente de los 75 a los 80 días después de la siembra.

Control de plagas y enfermedades

La inspección rutinaria y cuidadosa de las plantas es fundamental para una identificación precoz y oportuna de plagas y enfermedades, lo que permite un control más eficaz y con menos aplicaciones de productos químicos, ya que con la identificación de una plaga o enfermedad en las primeras fases de dispersión, las aplicaciones se pueden hacer localizadas, para este caso solo se presentó la mosquita blanca, la cual fue controlada con Confidor^{MR} a una dosis de 2 mg/l de agua, después hubo presencia bajo un umbral económico de 11 % de Araña roja para ello se realizó una aplicación de Acramite^{MR} 1 mg/l de agua, dirigido ambas aspersiones al follaje.



Figura 4. Toma de datos para su análisis

Cosecha y empaque

Los frutos se separan por colores en diferentes cajas de acuerdo a la siguiente clasificación: verdes, quebrando, rayados, rosa, rojo claro y rojo. Eventualmente se clasifican también en función de su textura y calidad como: duros o firmes, flojos, manchados, rajados, picados y deformes.



Figura 5. Etapa de cosecha y primer corte

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza indican que hubo diferencias significativas entre genotipos para la mayoría de las variables evaluadas; sin embargo, no hubo efecto de interacción

significativa entre variedades para ninguna de las variables (Cuadros 1 y 2), por lo que sólo se presentan los resultados de los efectos principales.

Cuadro 1. Valores de F y significancia estadística de un indicador de crecimiento de días a floración en plantas de jitomate para los distintos factores de estudio y las interacciones.

Fuente	S.C	G.L.	P.C.	F	Prob.	Valor crítico F
Entre grupos	369.90	6	61.651	8.574	0.0005	2.848
Dentro grupos	100.66	14	7.190			
Total	470.57	20				

*: Significativo con $P = 0.05$.

Cuadro 2. Valores de F y significancia estadística de un indicador de crecimiento de % de cuajado en plantas de jitomate para los distintos factores de estudio y las interacciones.

Fuente	S.C.	G.L.	P.C.	F	Prob.	Valor crítico F
Entre grupos	1309.18	6	218.197	0.339	0.9045	2.847
Dentro grupos	8999.03	14	642.788			
Total	10308.21	20				

*: Significativo con $P = 0.05$.

Indicadores de crecimiento

Entre las dos variables **DF* y **PC* se tiene un periodo de crecimiento intenso bajo estas condiciones, donde se fue monitoreando la aparición de botones florales, por lo que al final resultado para esta variable existe diferencia estadísticamente, por lo que se explica que puede ser la condición de cada genotipo, es decir algunas variedades demuestran ser más precoces por su capacidad genética o además se les puede atribuir las condiciones de germinado y los días de siembra. Sin embargo para el **PC*, no presenta diferencias estadísticas significativas entre genotipos, como consecuencia a esto se le atribuye a que no hubo un agente polinizador que facilitará o coadyuvará en la polinización y por ello la polinización de dio de manera natural.

Para ambos indicadores de crecimiento representan diferencias numéricas en promedio, entre los genotipos se puede observar dichas diferencias en *DF* y *PC*, pudiéndose encontrar en la siguientes graficas 1,2.

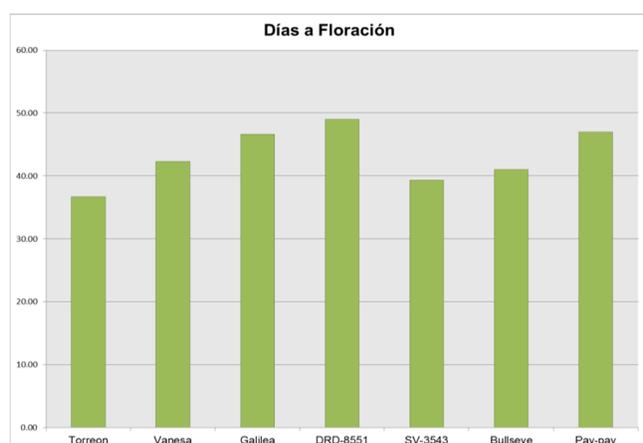


Figura 6. Días a floración de siete genotipos de jitomate, bajo condiciones controladas.

En esta figura se puede observar que el genotipo Torreón, inicio a tener botones florales a los 36 días, seguido por SV-3543 con 39 días, mientras que el genotipo con más días en tener botones florales fue el DRd-8581 con 49 días promedio.

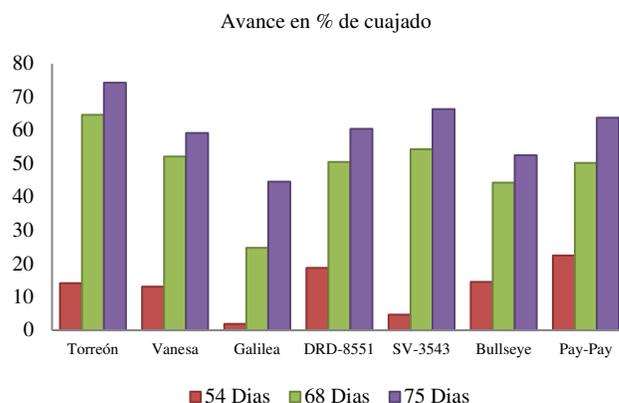


Figura 7. Avance en porcentaje de cuajado de frutos, en genotipos de jitomate bajo condiciones controladas

Se consideraron 3 fechas de monitoreo, para observar el avance de cuajado en los frutos de los siete genotipos, por lo tanto se demuestra un escaleriforme, como resultado de lo anterior en genotipo con un alto índice de amarre y cuaje de fruto se centra en el genotipo Pay-Pay con un 20 % de amarre a los 54 ddt, continuando con un 50 % a los 68 días y a los 75 ddt se notó un 63 % de amarre, respecto a los otros 6 genotipos, cabe señalar que el genotipo Torreón logro un amarre a los 75 ddt del 78 % en relación a los otros.

Indicadores de rendimiento

Entre los genotipos se encontraron diferencias estadísticas en algunas variables estudiadas (Cuadro 3), y aunque se puede observar una fuerte tendencia del genotipo Pay-pay sobresaliente en los indicadores de rendimiento, sobre todo en el rendimiento por m², se tiene un promedio de 24.3 kg, lo que significa que es altamente rentable para la producción en sistemas de agricultura protegida, así mismo el menor es genotipo SV-3543 con 9.8 kg en promedio. Por lo que estas diferencias entre ambos genotipos alcanzaron a tener diferencias significativas.

Cuadro 3. Promedio estadístico de los indicadores de rendimiento de las variables (*NFR, NFP, TM, PF* y *RM²*) en plantas de jitomate.

Genotipo	*NFR	*NFP	*TM (mm)	*PF (gr)	*RM ² (kg)
Torreón	4.8	28.3	E:16.0-P:10.3	95.6	10.5
Vanesa	4.7	32.6	E:17.0-P:09.6	104.6	14.1
Galilea	4.7	34.3	E:17.3-P:11.6	106.6	14.2
DRD-8551	5.2	33.6	E:15.6-P:09.6	87.3	21.7
SV-3543	5.2	27.6	E:14.4-P:08.8	88.6	9.8
Bullseye	4.5	31.6	E:15.7-P:10.8	102.6	13.1
Pay-pay	5.4	37.0	E:18.6-P:11.6	165.6	24.3

*Número de frutos por racimo (*NFR*), Número de frutos por planta (*NFP*), Tamaño de fruto (*TM*), Peso de fruto (*PF*), Rendimiento medio por metro cuadrado (*RM²*)

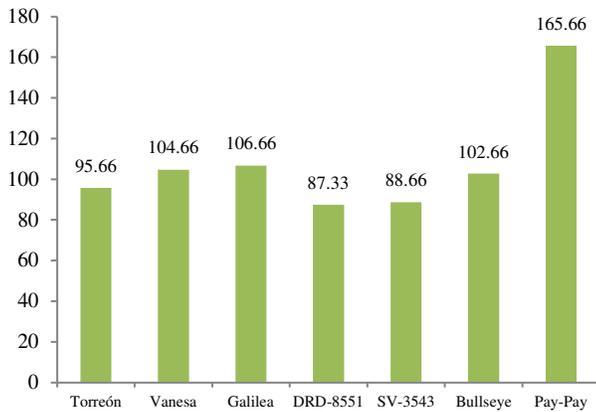


Figura 8. Peso de fruto promedio, en siete genotipos de jitomate, bajo condiciones controladas.

En la evaluación del peso de fruto se encontró que un promedio para el genotipo Pay-pay de 165.66 gr, que representa un 52.71 % mayor al que presenta menor peso los cuales se consideran como grandes y para el menor peso como medianos, por lo cual no se presentaron frutos para la categoría chica, el peso de futo de jitomate está ligado altamente al rendimiento por m², el cual tiene una relación amplia en la asimilación de nutrientes y agua el cual se encuentra determinado tanto por el número de células y el tamaño, así como la elongación celular durante el periodo de crecimiento rápido (Ho, 1996, citado por García *et al.*, 2015).

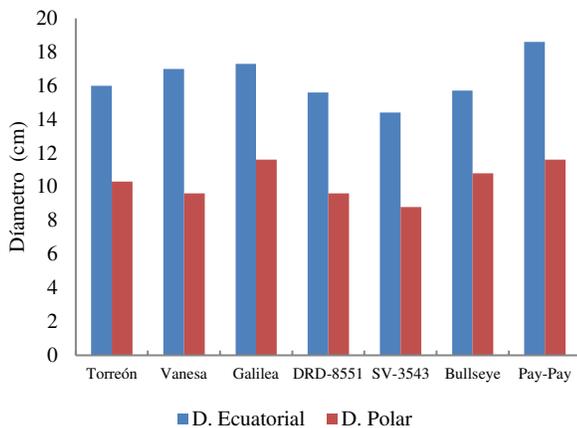


Figura 9. Tamaño de fruto considerando dos parámetros diámetro Ecuatorial, diámetro Polar, en el cultivo de jitomate, bajo condiciones controladas.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para el diámetro de fruto, no se encontraron diferencias significativas entre las variedades desarrolladas en el invernadero, (Figura 9) obteniéndose valores para diámetro ecuatorial de 18.6 cm como máximo, con un promedio más bajo de 14.4 cm, sin embargo para el diámetro polar se tienen valores de 11.6 cm como mayor, así mismo con el menor diámetro fue con el valor de 8.8 cm según datos obtenidos. Por lo tanto estos datos coinciden con los encontrados por Grijalva et al.

(2011) en diferente genotipos de plantas de tomate crecidas en invernadero lo cuales fueron de 17.5 ± 2 cm.

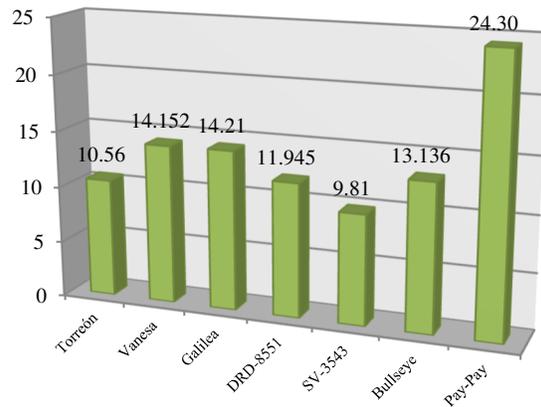


Figura 10. Promedio de rendimiento por m², en siete genotipos de jitomate, bajo condiciones controladas.

No se encontraron diferencias significativas en la variable rendimiento por m² para los 7 genotipos teniendo valores como más bajos de 9.8 kg/m² y más altos 24.3 kg/m² con una diferencia de 14.5 kg/m², lo que lo hace altamente rentable según las condiciones prevalecientes en la región, estos valores se encuentran por debajo de los 26.2 y 19.2 kg/m² que se encontraron al evaluar diferentes variedades de tomate en invernadero, en un periodo de cosechas más corto (Grijalva et al., 2004). De acuerdo con Khah *et al.* 2006, citado por García et al. 2015) a temperaturas de 27.8 y 33.1 °C se encontraron los mayores rendimientos para todos los tratamientos utilizados. Obteniendo un rendimiento promedio más alto por planta de 6 075 grs por planta, por lo que se le atribuye, se presentaron las condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo, mencionando que no se tomaron datos climáticos del lugar por falta de equipo especializado. Así mismo otra prueba de estudio realizado por García et al. 2015, encontraron valores de 8 020.2 y 8 906.8 g por planta en un periodo más corto. Y de acuerdo a nuestros valores obtenidos se encuentran por debajo a este estudio realizado en el Centro de Investigación en Química Aplicada, ubicado en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, donde se presentaron promedios de temperatura de 26 o 27 °C a 37° C según lo reportado.

CONCLUSIONES

El sistema de producción de jitomate con siete genotipos híbridos con una densidad de 4 plantas m² en invernadero, y bajo estas condiciones presentes en la Región Meseta Púrhepécha, en el estado de Michoacán se concluye que es factible el cultivo del jitomate, así mismo cabe mencionar que la mejor variedad con un mayor tamaño de fruto y un mayor rendimiento por unidad de superficie que el resto de los demás genotipos evaluados. Fue el híbrido Pay-Pay de habito indeterminado con un promedio de 24.3 kg/m²

presento un mejor comportamiento agronómico en variables como mayor peso de fruto, mayor tamaño de fruto, mejor biomasa sobre todo un mejor rendimiento por planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castellanos, J. 2007. *Perspectivas de la agricultura protegida en México*. In: Segunda Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Guadalajara, México. [consultado 2020 abril 23]. Disponible en: http://www.rniaf.org.mx/2007/memoria/ponencias/protegida/p4_perspectivas1.pdf
- Felipe Sánchez-del Castillo; Esaú del Carmen Moreno-Pérez*, Rogelio Coatzín-Ramírez; Ma. Teresa Colinas-León; Aureliano Peña-Lomelí. (sep./dic. 2010). Evaluación agronómica y fisiotécnica de cuatro sistemas de producción en dos híbridos de jitomate. *Rev. Chapingo Ser.Hortic*, 16, 30. ISSN 1027-152X
- García et al., 2015. Efecto de una película plástica modificada en aspectos agronómicos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 11* 16 de mayo - 29 de junio, 2015 p. 2105-2113 ISSN 2007-0934
- Grijalva, C. R. L.; Macías, D. R.; Valenzuela, R. de J. and Robles, C. F. 2004. Productivity and fruit quality in tomatoes varieties under greenhouse conditions in the northwest of Mexico. *HortScience*. 39(4): ISSN: 804-804.
- Charles-Edwards, D. A.; Doley, D.; Rimmington, G. M. 1986. *Modelling Plant Growth and Development*. Academic Press. Sidney, Australia. 235 p. ISSN 2007-4034, ISSN 1027-152
- Nuez, F. 2001. *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 793 p. ISSN 2007-4034, ISSN 1027-152
- Méndez, G. T.; Sánchez del C. F. 2005. Doseles escaleriformes con hileras de plantas de jitomate orientadas en dirección este-oeste. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 11(1): 185-192. ISSN 2007-4034, ISSN 1027-152
- Porfirio Juárez López, Dr. Rubén Bugarín Montoya, Dr. Rogelio Castro Brindis, M.C. Ana Luisa Sánchez-Monteón, Dra. Elia Cruz-Crespo, 1 Dra. Cecilia Rocío Juárez Rosete, 1 Dr. Gelacio Alejo Santiago, Dr. Rosendo Balois Morales. (8 Julio - Septiembre 2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*, 3, 26. ISSN 2007 - 0713
- Sánchez, del C. F.; Ortiz, C. J.; Mendoza, C. C.; González, H. V.; Colinas, L. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33 (1): 21-29. ISSN 2007-4034, ISSN 1027-152
- Secretaría de Ganadería, Agricultura, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009 Programa de Ejecución Directa de Agricultura Protegida.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2001. *SAS user's guide*. Statistics. Version 8. SAS Inst., Cary, NC. USA. Quality, and elemental removal. *J. Environ. Qual.* 19:749-756

RENDIMIENTO DE GRANO Y CONTENIDO NUTRIMENTAL (N, P, K) EN MAÍZ CHICHEN ITZÁ Y SAC BEH EN SUELOS LUVISOLES DE YUCATÁN

Jorge Humberto Ramírez-Silva¹, Mónica Guadalupe Lozano-Contreras², Genovevo Ramírez-Jaramillo¹ y Yolanda Beatriz Moguel-Ordoñez²

¹Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130, Mérida Yucatán, México.

²Campo Experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida-Motul, Mocochá, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: lozano.monica@inifap.gob.mx (Mónica Guadalupe Lozano-Contreras)

Recibido: 13/agosto/2020

Aceptado: 02/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Los maíces criollos mejorados pueden incrementar su potencial productivo en suelos como los *Luvisoles ródicos* de Yucatán y ser más rentables al no requerir cantidades mayores de fertilizantes. Los biofertilizantes, ofrecen la ventaja de aumentar el rendimiento, aprovechar mejor los nutrientes del suelo y sustituir en parte al fertilizante químico. El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y el contenido nutrimental foliar de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) en dos variedades de maíz con fertilizante químico y orgánico en dos suelos Luvisoles ródicos. Se evaluaron seis tratamientos producto de una factorial (2x3) proveniente de dos variedades de maíz: 1) Chichen Itzá y 2) Sac Beh con tres niveles de fertilización: 1) dosis básica de fertilización química (N-P₂O₅-K₂O): (60-80-00), 2) dosis de fertilización básica combinada con biofertilizantes Micorriza + *Azospirillum brasilense* (Químico-Biofertilizantes) y 3) un (Testigo) absoluto (00-00-00). Los tratamientos se distribuyeron en dos suelos ubicados en Lote 1 y Lote 2 con bajo y alto uso intensivo agrícola respectivamente. Las variedades Chichen Itzá y Sac Beh mostraron un potencial de rendimiento de 5.0 t/ha en ambos *Luvisoles ródicos*. Las dos variedades mostraron contenidos de N en hojas abajo del rango crítico, en ambos lotes experimentales, aun con la aplicación de fertilizantes. La variedad Sac Beh, bajo condiciones extremas de uso intensivo del suelo y nula fertilización, puede ser más eficiente en absorber K que la variedad Chichen Itzá. En el Lote 2, con mayor uso intensivo del suelo, todas las variedades mostraron estar dentro de los rangos de suficiencia nutrimental de P, incluyendo aquellas que crecieron en el testigo absoluto. Por otra parte, se encontró buena correlación entre rendimientos y contenido de nutrientes en hoja a excepción de la Chichen Itzá vs N en ambos lotes experimentales.

Palabras clave: biofertilizante, fertilización, maíz, rendimiento.

GRAIN YIELD AND NUTRIMENTAL CONTENT (N, P, K) IN CHICHEN ITZÁ CORN AND SAC BEH IN LUVISOLES SOILS OF YUCATÁN

ABSTRACT

Improved native maize can increase its productivity if cultivated in better soils such as the Rhodic Luvisols of Yucatán and be more profitable by not requiring greater amounts of fertilizers. Biofertilizers offer the advantage of increasing yield, making better use of soil nutrients, and partially replacing chemical fertilizers. The objective of this work was to evaluate the yield potential and the foliar nutrient content of Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) in two varieties of corn with chemical and organic fertilizers in two Rhodic Luvisols. Six treatments were evaluated as a result of a factorial (2x3) coming from two corn varieties: 1) Chichen Itzá and 2) Sac Beh and three fertilization levels being: 1) basic dose of chemical fertilization (N-P₂O₅-K₂O): (60 -80-00), 2) dose of basic fertilization combined with biofertilizers (60-80-00 + Mycorrhizae + *Azospirillum brasilense*) and 3) an absolute control (00-00-00). The treatments were distributed in two Rhodic Luvisols located in Lot 1 and Lot 2 with low and highly intensive agricultural use, respectively. The Chichen Itzá and Sac Beh varieties have a yield potential of 5.0 t/ha in both Luvisols. The two varieties showed foliar N contents below the critical range, in both lots, even with the application of fertilizers. The Sac Beh variety, under extreme conditions of intensive soil use and no fertilization, showed to be more efficient in absorbing K than the Chichen Itzá. In Lot 2, with more intensive soil use, all plants showed to be in the range of optimum P sufficiency levels including those ones grown in the control. On the other hand, it was observed good correlations (R^S) between yields and nutrients foliar contents except for Chichen Itzá vs N in both lots.

Keywords: biofertilizer, fertilization, corn, yield

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista alimentario, político, económico y social, el maíz es el cultivo más importante del país (Fernández *et al.*, 2013). Basta con decir que el consumo per capita de maíz en México es aproximadamente 10 veces mayor que el de Estados Unidos de América (Serna-Saldívar

y Amaya-Guerra, 2008). La producción nacional de maíz grano es de alrededor de 7 millones 157 mil 586 de hectáreas (SIAP, 2019), producidas principalmente en las zonas sub-húmeda tropical, templada húmeda y sub-húmeda (Mera-Ovando y Mapes-Sánchez, 2009). De la superficie total sembrada con maíz, la mayor parte (80 %) es de temporal o secano (SIAP, 2019), fundamentalmente a cargo de más de 2

millones de productores a pequeña escala, quienes lo siembran sobre todo para autoconsumo (Mera-Ovando y Mapes-Sánchez, 2009). Más de la mitad de la producción nacional de maíz proviene de este sistema (Turrent *et al.*, 2012), el cual también es conocido como de subsistencia porque contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de los estratos rurales más pobres (Turrent *et al.*, 2012).

Para este tipo de producción tradicionalmente se utilizan variedades criollas. Las cuales poseen una gran diversidad genética y potencial para producir alimentos funcionales que ayuden a la población más vulnerable a enfrentar los graves problemas de desnutrición y salud (Serna-Saldívar *et al.*, 2013). Sin embargo, se siguen cultivando, en grandes superficies, variedades criollas de grano normal con bajo potencial de rendimiento y deficiente calidad proteínica.

Con la finalidad de subsanar esto, investigaciones en mejoramiento genético lideradas por el INIFAP han aportado nuevas variedades mejoradas conversas a calidad proteínica como las Sac Beh y Chichén Itzá. (Aguilar Castillo *et al.*, 2010). Estas contienen arriba del 50% de lisina y triptófano, en comparación a los maíces criollos comunes y su rendimiento puede superar las 2.5 t/ha en suelos pedregosos y pueden tener mejor potencial en condiciones de suelos menos adversas. Estos maíces pueden tener mayor potencial productivo al cultivarse en suelos con mejores características edáficas como los *Luvsoles ródicos* (LVro) del estado de Yucatán y su cultivo puede ser más rentable ya que no requieren cantidades mayores de fertilizantes (Ramírez-Silva *et al.*, 2018).

Esas nuevas variedades, aunado al uso de tecnología amigable con el ambiente, como es el caso de los biofertilizantes, pueden ofrecer más ventajas competitivas al aumentar sustantivamente el rendimiento y sustituir en parte el uso de fertilizantes químicos que son mucho más caros y contaminantes. Sin embargo, a pesar de la importancia del tema, muy poco se ha hecho para entender con mayor precisión los cambios nutrimentales que se producen en la planta de maíz cuando se aplican biofertilizantes en diferentes suelos o agroecosistemas.

Diferentes autores hacen referencia sobre las alternativas para sustituir total o parcialmente a los fertilizantes químicos con el uso de biofertilizantes ya que permiten reducir hasta la mitad el uso de fertilizantes sintéticos, fundamentalmente el nitrógeno, fósforo y potasio. Al reducir la fertilización química disminuye también los costos de producción de maíz, se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo, y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales (Carcaño-Montiel *et al.*, 2006). Ante esta idea, es importante entender la dinámica nutrimental que ocurre en el maíz cuando se aplican fertilizantes químicos y orgánicos,

y su relación con el rendimiento cuando se cultiva en diferentes suelos. Por tal motivo, el objetivo de nuestro estudio fue evaluar el potencial de rendimiento y el contenido nutrimental foliar de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) en dos variedades de maíz (Sac Beh y Chichen Itzá) en suelo *Luvisol* de bajo y alto uso agrícola aplicando fertilizante químico y orgánico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en condiciones de temporal favorecido, durante el ciclo primavera-verano 2017, en el Sitio Experimental Uxmal, el cual se ubica en el municipio de Muna, Yucatán, México (20°29'08.1" de latitud norte y 89°24'39" de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima es de tipo Aw, el cual es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, precipitación y temperatura promedio anual de 900 mm y 25°C, respectivamente (Uribe *et al.*, 2006).

Fitómetros

Como fitómetros se usaron dos variedades de maíz de calidad proteínica denominados Sac Beh y Chichen Itzá sembrados en dos tipos de suelos *Luvsoles ródicos* uno con bajo (Lote 1) y otro con alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. Chichén Itzá y Sac Beh son variedades de polinización libre con un ciclo biológico que varía de 130 a 140 días, con un rendimiento potencial de 2.5 toneladas por hectárea en zonas pedregosas de la milpa Maya y 5.0 toneladas por hectárea en mejores suelos profundos como los K'an Kab de Yucatán o *Luvsoles ródicos*. Las variedades nativas de Yucatán pueden producir en promedio solamente 0.8 toneladas por hectárea.

Selección de lotes experimentales

Dependiendo del uso intensivo del suelo, se seleccionaron dos lotes experimentales ubicados en suelos clasificados como *Luvsoles ródicos*. El primero (Lote 1) fue un área de bajo uso intensivo agrícola ya que se ha plantado maíz esporádicamente, cada 4 a 5 años con períodos de descanso del suelo más largos. Por otro lado, el segundo Lote (Lote 2) se refiere a un *Luvisol* donde el maíz se ha cultivado todos los años, usando continuamente fertilizantes y riego durante más de 20 años sin ningún período de descanso del suelo. Estas diferencias en el uso del suelo condujeron a los diferentes contenidos nutricionales de ambos suelos (Cuadro 1) específicamente salinidad y el contenido de fósforo. Los atributos del suelo fueron comparados con los datos de referencia contenidos en la Norma Oficial Mexicana, Nom-021-Semarnat-2000.

Los pH's de ambos suelos son neutros, pero difieren porque el Lote 1 tiene una conductividad eléctrica más baja (EC = 0.66 mS/cm) que el Lote 2 (1.53 mS/cm), clasificado como CE bajo y medio respectivamente. El sodio (Na) es considerablemente mayor en el Lote 2 (330 vs 165 ppm). Aun cuando la materia orgánica (OM) es satisfactoria en ambos lotes, el contenido es mayor en el Lote 1 (2.78 vs 2.11%). El fósforo (P) en el Lote 1 está en el rango óptimo (17 ppm) pero en el Lote 2, con un uso más intensivo, el P está en exceso con 80 ppm debido a las frecuentes aplicaciones de fertilizantes. Los contenidos de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son excesivos en ambos lotes, pero enfrentan deficiencias de hierro (Fe).

Cuadro 1. Características químicas de dos lotes experimentales con bajo (Lote 1) y alto (lote 2) uso intensivo agrícola del Sitio Experimental Uxmal (Ciclo P-V-2017).

Lote	1	2	Norma Oficial Mexicana, 2000
pH	6.72	6.76	6.6 - 7.3
C.E. (mS/cm)	0.66	1.53	1.1 - 2.0 (muy ligeramente salino)
Na (ppm)	165	330	150
M.O (%)	2.78	2.11	1.6 - 3.5
N-NO ₃ (ppm)	14.8	17.2	20 - 40
P (ppm)	17	80	15 - 30
K (ppm)	1,365	1,170	117 - 234

Referencia. Norma Oficial Mexicana, 2000

Tratamientos, Variables y Análisis Estadístico

Se estudiaron seis tratamientos (Cuadro 2) en parcelas experimentales de 5m x 4m (20 m²) con cuatro hileras de 1 m de ancho y 5 m de largo, obteniendo una densidad de población de 50,000 plantas ha⁻¹. Los tratamientos resultaron de una combinación factorial (2x3) proveniente de dos variedades de maíz: 1) Chichen Itzá (Chi) y 2) Sac Beh (Sac) con tres niveles de fertilización: 1) una dosis básica de fertilización química (N-P₂O₅-K₂O): (60-80-00) denominada (Químico), 2) una dosis de fertilización básica combinada con biofertilizantes (60-80-00 + Micorriza + *Azospirillum brasilense*) denominada (Químico-Bio) y 3) un testigo absoluto (00-00-00) denominado (Testigo). Los tratamientos se distribuyeron en cada uno de los lotes experimentales en un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en dos *Luvisoles ródicos* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola en el Campo Experimental Uxmal del INIFAP en Yucatán, México. Ciclo Primavera-Verano 2017.

Tratamientos	Químico	Biofertilizante	Variedades
T1 (Testigo-Chi)	00-00-00	No	Chichen Itza
T2 (Testigo-Sac)	00-00-00	No	Sac Beh
T3 (Químico-Chi)	60-80-00	No	Chichen Itza
T4 (Química-Sac)	60-80-00	No	Sac Beh
T5 (Químico-Bio-Chi)	60-80-00	Micorrizas + <i>Azospirillum brasilense</i>	Chichen Itza
T6 (Químico-Bio-Sac)	60-80-00	Micorrizas + <i>Azospirillum brasilense</i>	Sac Beh

Las variables medidas fueron: rendimiento de grano (t/ha) y el contenido nutrimental de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) en muestras compuestas de hojas opuestas a la mazorca tomadas al inicio de la etapa reproductiva en cinco plantas seleccionadas al azar. El contenido nutrimental fue reportado en porcentajes (%) por Phytomonitor, (2017). Se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) para rendimientos con el fin de ver diferencias estadísticas entre los seis tratamientos. Los rendimientos promedio de cada variedad y lote experimental se correlacionaron con los contenidos nutrimentales de hojas calculando sus coeficientes de determinación (R²). El grado de confianza de la información se obtuvo con el Coeficiente de Variación (CV) del ANOVA.

Inoculación de biofertilizantes y fertilización química

Las semillas se inocularon con una mezcla (proporción 1: 1) de ambos microorganismos: 1) biofertilizante de la marca INIFAP^{MR} con *Rhizopagus intraradices* como ingrediente activo, en una concentración de ≥ 60 esporas y 2) *Azospirillum brasilense* en una concentración de 1×10^6 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) mL⁻¹. La inoculación de la semilla de maíz con el biofertilizante se realizó de manera manual, siguiendo las instrucciones del fabricante. La semilla inoculada se dejó secar a la sombra e inmediatamente se sembró en forma manual a espeque en las parcelas experimentales ya definidas, 15 días después de la siembra se procedió a la aplicación del fertilizante químico en los tratamientos correspondientes. El fertilizante se depositó a 10 cm del tallo enterrado en forma de Urea (N) y Superfosfato Triple de Calcio (P) en una sola aplicación.

RESULTADOS

Rendimiento de grano (t/ha). Chichén Itzá Lote 1 vs. Lote 2

Se observó (Cuadro 3) que la variedad Chichen Itzá en el Lote 1, presento el rendimiento más alto (6.80 t/ha) con (Químico-Bio) seguido del (Testigo) con 6.55 t/ha y el (Químico) con 6.34 t/ha. Las similitudes de rendimiento entre el (Testigo) y las aplicaciones de (Químico) o (Químico-Bio), sugiere una baja respuesta de esta variedad (Chichen Itzá) a los fertilizantes químicos cuando se cultiva en tierras de bajo uso intensivo como el Lote 1. Esto sugiere que el Lote 1, el cual ha tenido periodos de descanso más largos, podría suplir suficientes nutrientes al cultivo sin la necesidad, momentánea, de aplicar fertilizantes.

Por otro lado, la respuesta de esta variedad en el Lote 2 mostró que el (Químico) presento el rendimiento más alto (6.09 t/ha), seguido por (Químico-Bio) y el (Testigo) con 5.68 t/ha y 5.29 t/ha respectivamente (Cuadro 3). Esta respuesta a los fertilizantes, indica que el suelo *Luvisol* del Lote 2 no puede, por sí solo, proporcionar suficientes nutrientes al cultivo; por lo que es recomendable el uso de fertilizantes para mejorar rendimientos.

Rendimiento de grano (t/ha) Sac Beh Lote 1 vs Lote 2

Rendimientos similares al Chichen se registraron en la variedad Sac Beh en el Lote 1 (Cuadro 3), el mayor rendimiento se obtuvo en el (Químico-Bio) con 6.74 t/ha, seguido del (Químico) con 6.68 t/ha y el menor rendimiento se presentó en el (Testigo) con 5.84 t/ha. Mientras que en el Lote 2 esta variedad registro el mayor rendimiento con el (Químico) con 5.71 t/ha, seguido del (Químico-Bio) con 4.82 t/ha, y con el menor rendimiento el (Testigo) con 4.77 t/ha.

Cuadro 3. Rendimientos de grano (t/ha) de Chichen Itzá y Sac Beh en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola (Ciclo P-V 2017).

Factor Fertilización	Factor Variedades				Promedio
	Chichen Itzá		Sac Beh		
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	
(Testigo)	6.55	5.29	5.84	4.77	5.61
(Químico)	6.34	6.09	6.68	5.71	6.20
(Químico-Bio)	6.80	5.68	6.74	4.82	6.01
Promedio	6.56	5.68	6.42	5.10	5.94

Testigo: (00-00-00); Químico: (60-80-00); Químico-Bio: (60-80-00 + Micorrizas + *Azospirillum brasilense*). La dosis de fertilizante químico aplicado fue (60 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 0 kg K₂O/ha)

Lote 1 vs Lote 2

Las variedades Chichen Itzá y Sac Beh mostraron una importante reducción de rendimiento en el Lote 2 (de uso agrícola intensivo). Esto puede estar relacionado con el doble contenido de Ec y Na, (mencionados en el Cuadro 1), en comparación con el Lote 1. El grado de reducción del rendimiento entre las dos variedades sugiere que la variedad Chichen Itzá puede adaptarse mejor que la variedad Sac Beh a suelos que han tenido un mayor uso agrícola. Esto se puede observar cuando se comparan los rendimientos promedio (Cuadro 3) de ambas variedades obtenidas en el Lote 2 donde Chichen Itzá tuvo un rendimiento más alto que la variedad Sac Beh (5.68 vs 5.10 t/ha). Es importante mencionar, que el maíz ha sido clasificado como un cultivo muy sensible al estrés salino, autores como Ayala Contreras, (2015) y Rengasamy *et al.*, (2010), indican que es posible la acumulación excesiva de sal debido al riego y la actividad agrícola, como se observó en esta investigación. En Yucatán los suelos pueden enfrentar importantes problemas de salinización debido tanto a las aguas de riego como al uso intensivo agrícola. El origen de la salinización está bien descrito por Bautista *et al.*, (2005), a pesar de las condiciones adversas de salinidad y sodicidad, los rendimientos de ambas variedades (Cuadro 3) fueron superiores a las 2.5 t/ha sugeridas para suelos pedregosos y se pudo demostrar que el rendimiento puede ser incluso mayor a 5.0 t/ha de acuerdo a las consideraciones de Aguilar *et al.*, (2010) cuando se cultivan en *Luvisol* de Yucatán.

Análisis estadístico

No se encontraron diferencias estadísticas ($p=95\%$) entre rendimientos de los tratamientos en ningún lote experimental (Cuadro 4) por lo que no fue necesario realizar la prueba de

medias. Los Coeficientes de Variación fueron satisfactorios al obtenerse 16.87% y 10.88% para el Lote 1 y Lote 2 respectivamente. Sobre esto, Pimentel, (1985) indica que los Coeficientes de Variación pueden ser diferentes según el tipo de experimentos. Otros autores como Gómez y Gómez, 1984; Martínez, 1988; Patel *et al.*, 2001, comentan que los Coeficientes de Variación superiores al 30% son de baja precisión. Resultados similares han sido encontrados en otros trabajos (UribeValle y Dzib Echeverria 2006; Uribe-Valle *et al.*, 2007) al reportar que no existen diferencias estadísticas entre rendimientos de maíz cuando se compararon tratamientos con micorrizas + *Azospirillum brasilense* contra un tratamiento (N-P₂O₅-K₂O) químico (40-100-00) y el control (00-00-00) en un *Luvisol* de Yucatán.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para rendimientos (t/ha) de maíz Sac Beh y Chichen Itzá en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y con alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. (Ciclo P-V-2017).

Lote 1						
Fuente	S.C.	g.l	MS	F	Sig.	F _{0.95}
Tratamientos	1.946	5	0.38925	0.357	0.866	3.325
Bloques	0.067	2	0.03381	0.031	0.969	4.102
Error	10.883	10	1.08835			
Total	12.897	17				

CV= 16.07%

Lote 2						
Fuente	S.C.	g.l	MS	F	Sig.	F _{0.95}
Tratamientos	4.199	5	0.839	2.440	0.107	3.325
Bloques	2.918	2	1.459	4.239	0.046	4.102
Error	3.441	10	0.344			
Total	10.558	17				

CV= 10.88%

Contenido nutrimental N-P-K

La apreciación de los contenidos nutrimentales de N, P y K encontrados en las hojas del maíz se discuten a partir de los Cuadros 5, 6 y 7 para ambos lotes experimentales. Para esto, se ha considerado tomar como referencia, para la discusión, los niveles críticos reportados por Jones y Eck, 1973 y Sumner, 1979 quienes sugieren para N: 2.7-3.5%, P: 0.2-0.4% y K: 1.7-2.5% como rangos de suficiencia nutrimental para maíz.

Nitrógeno

En ambos lotes, las dos variedades mostraron deficiencias en la captación de Nitrógeno (Cuadro 5). Sin embargo, en el Lote 1 el cual ha tenido periodos de descanso del suelo más largos, la variedad Sac Beh mostro extraer mayor cantidad de N que en el lote 2 (2.02 vs.1.81%). En contraste la variedad Chichen Itzá, aun cuando no se nota gran significancia, tuvo menor contenido de N en el Lote 1 comparado al Lote 2 (1.80 vs 1.86%). Existe una tendencia a que la variedad Sac Beh, bajo condiciones de nula fertilización y condiciones del suelo con mayor uso intensivo, muestre mayor contenido de N (1.86%) que la variedad Chichen Itzá (1.72%). Es importante mencionar la tendencia obvia del incremento del contenido de N a la aplicación, no solamente del fertilizante inorgánico (Químico) sino también al combinarlo con biofertilizantes (Químico-Bio). Sin embargo, esta tendencia se refleja

únicamente en la variedad Sac Beh-Lote 1 y Chichen Itzá Lote 2.

Cuadro 5. Contenido de N (%) en hojas de maíz de la variedad Chichen Itzá y Sac Beh con diferentes niveles de fertilización en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. (Ciclo P-V-2017).

Factor Fertilización	Factor Variedades				Promedio
	Chichen Itzá		Sac Beh		
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	
(Testigo)	1.88	1.72	1.86	1.86	1.83
(Químico)	1.81	1.89	2.04	1.77	1.88
(Químico-Bio)	1.71	1.99	2.17	1.82	1.92
Promedio	1.80	1.86	2.02	1.81	1.87

Testigo: (00-00-00); Químico: (60-80-00); Químico-Bio: (60-80-00 + Micorrizas + *Azospirillum brasilense*). La dosis de fertilizante químico aplicado fue (60 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 0 kg K₂O/ha)

Fósforo

En cuanto al contenido de P (Cuadro 6) se observa que el Lote 1 prácticamente se suplió ligeramente a las dos variedades en rangos que van de 0.21 a 0.28% en Sac Beh y de 0.24 a 0.25% en Chichen Itzá. Sin embargo, es importante mencionar, que en la variedad Sac Beh (Lote 1), hay una tendencia a extraer mayor contenido de P (0.28%) a la aplicación del fertilizante químico (Químico) solo o combinado con biofertilizantes (Químico-Bio), ya que el (Testigo) estuvo en el límite más bajo del rango de suficiencia con 0.21%. En el Lote 2, con mayor uso intensivo del suelo, todos los tratamientos incluyendo al (Testigo) pudieron suplir a la planta con cantidades suficientes de P ya que los contenidos estuvieron dentro de rango de suficiencia muy por arriba del mínimo. Esto se debe a que en el Lote 2, con mayor uso intensivo del suelo, existen 3.7 veces más P residual que en el Lote 1 (80 vs 17 ppm) como se pudo observar en el Cuadro 1.

Cuadro 6. Contenido de P (%) en hojas de maíz de la variedad Chichen Itzá y Sac Beh con diferentes niveles de fertilización en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. (Ciclo P-V-2017).

Factor Fertilización	Factor Variedades				Promedio
	Chichen Itzá		Sac Beh		
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	
(Testigo)	0.24	0.33	0.21	0.34	0.28
(Químico)	0.25	0.24	0.24	0.29	0.26
(Químico-Bio)	0.24	0.28	0.28	0.31	0.28
Promedio	0.24	0.28	0.24	0.31	0.27

Testigo: (00-00-00); Químico: (60-80-00); Químico-Bio: (60-80-00 + Micorrizas + *Azospirillum brasilense*). La dosis de fertilizante químico aplicado fue (60 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 0 kg K₂O/ha).

Potasio

Con relación al potasio (K), salvo algunas excepciones, ningún tratamiento mostro deficiencias nutrimentales ya que estuvieron arriba del mínimo crítico de 1.70% (Cuadro 7). Solamente la variedad Sac Beh-Lote 1 y Chichen Itzá-Lote 2, ambos en el testigo (Tratamiento Control), estuvieron abajo del mínimo con 1.60 y 1.56% respectivamente. Cuando analizamos en detalle el promedio de todos los tratamientos (Cuadro 7), se observa una tendencia clara a tener deficiencias de K en el (Testigo). Mientras que con el (Químico) y el (Químico-Bio) no se reportan deficiencias aun

sin la aplicación de K. La aplicación de biofertilizantes incentivó la absorción K ya que el contenido en las hojas superó, en lo general, al tratamiento químico aplicado solo.

En consecuencia, se debe poner mucha atención a los efectos de los fertilizantes nitrogenados en la reactivación del K en el suelo y el sinergismo que causa al aplicarlo con biofertilizantes. La variedad Sac Beh, bajo condiciones extremas de uso intensivo del suelo y nula fertilización, puede ser más eficiente en absorber K que la variedad Chichen Itzá. Esto se observa en el Cuadro 7 donde bajo condiciones extremas la variedad Sac Beh tuvo 1.86 % de K contra 1.56 % de la variedad Chichen Itzá.

Cuadro 7. Contenido de K (%) en hojas de maíz en la variedad Chichen Itzá y Sac Beh con diferentes niveles de fertilización en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola. (Ciclo P-V-2017)

Factor Fertilización	Factor Variedades				Promedio
	Chichen Itzá		Sac Beh		
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	
(Testigo)	1.70	1.56	1.60	1.86	1.68
(Químico)	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
(Químico-Bio)	1.93	1.71	1.93	1.80	1.84
Promedio	1.79	1.67	1.76	1.80	1.74

Testigo: (00-00-00); Químico: (60-80-00); Químico-Bio: (60-80-00 + Micorrizas + *Azospirillum brasilense*). La dosis de fertilizante químico aplicado fue (60 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 0 kg K₂O/ha)

Coefficientes de determinación (R²). Rendimiento (t ha⁻¹) vs Nutriente foliar (%)

En el Cuadro 8 se observan los diferentes Coeficientes de Determinación (R²) al relacionar los rendimientos de grano (t/ha) con los contenidos promedio de N, P y K, expresado en porcentajes (%), en la hoja opuesta a la mazorca del maíz Chichen Itzá y Sac Beh de ambos lotes experimentales. Considerando los rendimientos como Variable Dependiente (Y) y los contenidos nutrimentales de N, P y K como Variables Independientes (X) se pudo constatar que existe una buena correlación entre rendimientos y contenido de nutrientes en las hojas de ambas variedades. La excepción se notó con la variedad Chichen Itzá, al obtener muy baja correlación entre rendimientos y N en ambos lotes (R²= 0.391 y 0.374).

Los mejores rangos de R² fueron de 0.705 a 0.994, siendo el valor más alto (0.994) el correspondiente al rendimiento de Chichen Itzá vs. P en el Lote 2. La relación del rendimiento vs. K también fue muy alta con la variedad Chichen Itzá en ambos lotes al obtener una R² de 0.915.

Estos resultados sugieren que con la variedad Sac Beh, independientemente del uso del suelo y del grado de movilidad del nutriente en el suelo, se obtienen correlaciones satisfactorias del rendimiento con todos los elementos N (móvil), P (inmóvil) y K (inmóvil). En contraste, la variedad Chichen Itzá obtuvo correlaciones muy bajas cuando los rendimientos se comparan con un elemento móvil como el N en un suelo de bajo uso intensivo agrícola.

Por otra parte, independientemente de los coeficientes de determinación (R^2) se puede observar (Cuadros 5, 6 y 7), en Sac Beh, una tendencia a que los rendimientos más bajos del Lote 2 se asocien, también, al porcentaje más bajo de N foliar encontrado (1.81%). Sin embargo, no sucede lo mismo con P y K ya que los contenidos nutrimentales fueron más altos en el Lote 2 pero los rendimientos fueron más bajos.

Para el caso de la variedad Chichen Itzá el N y el P foliar fue más alto en el Lote 2 pero los rendimientos fueron menores. La única consistencia entre rendimiento bajo y un menor contenido nutrimental entre lotes, fue con el Potasio. Lo anterior significa, que el estudio de la dinámica de nutrientes en el suelo, en la planta y su relación con los rendimientos es un caso específico que tiene que ser estudiado en cada variedad. Esto, debido a que las condiciones fisiológicas para la adaptación en diferentes ambientes edafológicos difieren dependiendo del material genético.

Cuadro 8. Coeficientes de Determinación (R^2) para Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) como variable dependiente (Y) y N, P, K (%) en hojas de maíz como variables independientes (X) en variedades Chichen Itzá y Sac Beh en suelo *Luvisol ródico* con bajo (Lote 1) y alto (Lote 2) uso intensivo agrícola.

Variedad/Lote	Y (t/ha)	X1 (N) (%)	X2 (P) (%)	X3 (K) (%)
Chichen Itzá (Lote 1)	6.56	0.391	0.705	0.915
Chichen Itzá (Lote 2)	5.68	0.374	0.994	0.915
Promedio	6.12	0.382	0.849	0.736
Sac Beh (Lote 1)	6.42	0.868	0.730	0.786
Sac Beh (Lote 2)	5.10	0.839	0.869	0.869
Promedio	5.76	0.853	0.799	0.827

CONCLUSIONES

Las variedades Chichen Itzá y Sac Beh tienen buen potencial de rendimiento al obtener más de $5.0\ t\ ha^{-1}$ aun en suelos *Luvsoles* con alto uso intensivo agrícola. La variedad Sac Beh fue más eficiente en extraer N que la variedad Chichen Itzá en el suelo con menor uso intensivo (Lote 1). La variedad Chichen Itzá fue más eficiente en la extracción de N que la variedad Sac Beh en el suelo con mayor uso intensivo (Lote 2).

Las dos variedades mostraron contenidos de N en hojas abajo del rango crítico, en ambos lotes experimentales, aun con la aplicación de fertilizantes. En el Lote 2, con mayor uso intensivo del suelo, todas las plantas mostraron rangos de suficiencia nutrimental de P, incluyendo al testigo control.

La variedad Sac Beh, bajo condiciones extremas de uso intensivo del suelo y nula fertilización, puede ser más eficiente en absorber K que la variedad Chichen Itzá. Aun sin la aplicación de K, este elemento puede ser activado en el suelo con la aplicación de fertilizantes químicos solos o combinados con biofertilizantes, ya que su concentración en la planta fue mayor en comparación al testigo control. Se

encontró una buena correlación entre rendimientos y contenido nutrimental del follaje con excepción de la Chichen Itzá vs. N en ambos lotes experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C.G., Gómez, M.N., Torres, P. H., Vázquez, C.G. (2010). SAC-BEH y CHICHEN ITZÁ: Variedades de maíz de calidad proteínica para el sistema de Roza –Tumba – Quema de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Centro Regional del Sureste. 24 p. <https://www.compucampo.com/tecnicos/variedades-maizcalidadprote%C3%ADnica-yuc.pdf>
- Ayala-Contreras, C. A. (2015). Respuesta fisiológica a salinidad en dos genotipos de maíz. Tesis Profesional de Maestría. Departamento de Tecnología de Granos y Semillas. Universidad Autónoma “Antonio Narro”. Saltillo, Coahuila, Diciembre 2015. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42513>
- Bautista, F., Palma-López, D., Huchin-Malta, W. (2005). Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. p. 105-122. En F. Bautista y G. Palacio (Eds.). Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. 282 p. https://www.researchgate.net/publication/313757781_Actualizacion_de_la_clasificacion_de_los_suelos_del_estado_de_Yucatan
- Bowen, G. D. y Rovira, A. D. (1999). The rhizosphere and its management to improve plant growth. *Advances in Agronomy*. 66: 1-102. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211308604253>
- Carcaño-Montiel, M. G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J.D., Bashan, Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. *Terra Latinoamericana*. 24:493-502. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57324407.pdf>
- Fernández Suárez, R., Morales Chávez, L. A., Gálvez Mariscal, A. (2013). Importancia de los Maíces Nativos de México en la dieta nacional. Una Revisión Indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36(3-A): 275 - 283. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004
- Gomez, K. A., y A.A. Gomez. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. 2nd ed. John Wiley Inter Science. Hoboken, N.J., USA. <http://www.sciepub.com/reference/51715>
- Jones, J.B., Jr. y Eck, H.V. (1973). Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: Walsh, L.M. y Beaton J.D. (Eds.). *Soil testing and plant analysis*. Soil

- Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin USA. 349-364 pp.
- Martínez, A. (1988). Diseños experimentales: Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. México. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000000681>
- Mera-Ovando, L. M., Mapes-Sánchez, C. (2009). El maíz. Aspectos biológicos. In: Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. T A Kato, C Mapes, L M Mera, J A Serratos, R A Bye (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México. 19-32 pp.
- Norma Oficial Mexicana Nom-021-Semarnat-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=791052
- Patel, J. K., Patel, N. M., Shiyani, R. L. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Current Science* 81(9): 1163-1164. <https://pdfs.semanticscholar.org/2e12/ac240249178564338c173fb608b592fe44e9.pdf>
- Pimentel, F. (1985). Curso de estadística experimental. Livraria Novel S.A., Sao Paulo Brasil.
- Phytomonitor. (2018). Análisis de fertilidad de suelos y niveles de suficiencia. Reportes de laboratorio. Culiacán Sinaloa.
- Ramírez-Silva, J.H., Lozano-Contreras, M.G., Ramírez-Jaramillo, G., Moguel-Ordoñez, Y.B. (2018). Evaluación agronómica y económica del MAÍZ SAC BEH con fertilización química y biofertilizantes en dos Luvisoles ródicos de Yucatán, México. *Revista del Centro de Graduados e Investigación. Instituto Tecnológico de Mérida.* 33(75): 91-97.
- Rengasamy, P., North, S., Smith, A. (2010). Diagnosis and management in soil and water in the murray irrigation region sodicity & salinity. Ed. Arris Pty Ltd. The University of Adelaide. Australia. 83 p. https://www.researchgate.net/publication/276417142_Diagnosis_and_management_of_sodicity_and_salinity_in_soil_and_water_in_the_Murray_Irrigation_region
- Serna-Saldívar, S. O., Gutiérrez-Urbe, J. A., Mora-Rochin, S., García-Lara, S. (2013). Potencial nutraceutico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 36(3-A): 295 - 304. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-supl-3-A/3a.pdf>
- Serna-Saldívar, S. O., Amaya-Guerra, C. A. (2008). El papel de la tortilla nixtamalizada en la nutrición y la alimentación. In: Nixtamalización del Maíz a la Tortilla. Aspectos Nutrimientales y Toxicológicos. M E Rodríguez-García, S O Serna-Saldívar, F Sánchez-Sinencio (eds). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 105-151 pp.
- Sistema de información agroalimentario y pesquera (SIAP). (2019). Anuario estadístico - Agricultura. SAGARPA. (<http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>).
- Sumner, M. E. (1979). Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agronomy Journal.* 71:343-348. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agonj1979.00021962007100020028x>
- Turrent-Fernández, A., Wise, T. A., Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Mexican Rural Development Research Report.* 24:1-36. <https://sites.tufts.edu/gdae/files/2019/10/12-03TurrentMexMaizeSpan.pdf>
- Uribe-Valle, G. y Dzib-Echeverria R. (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y brasinoesteroide en la producción de maíz en suelo Luvisol. *Agricultura Técnica de México.* 32(1):67-76. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v32n1/v32n1a7.pdf>
- Uribe-Valle, G., Petit, J. y Dzib-Echeverria, R. (2007). Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de biofertilizantes en el Sistema roza, tumba y quema en suelo alfisol (Chac Lu´m nomenclatura maya), en Yucatán, México. *Agricultura Andina.* 13:3-18. <http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/agri/n13/articulo1.pdf>

RESPUESTA PRODUCTIVA DE OCHO VARIEDADES DE SOYA EN YUCATÁN, MÉXICO

María Alma Rangel-Fajardo¹, Jorge Ismael Tucuch-Haas¹, Johnny Abraham Burgos-Díaz¹, Mirna Hernández-Pérez², Dianelly de la Cruz Basto-Barbudo³

¹INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Mochochá Yucatán. km 25 Antigua carretera Mérida-Motul. CP.97454. Tel.5538718700 ext. 88216.

²INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Edzna. Campeche. Carr. Km 5, China 15, Solidaridad Urbana, 24060 Campeche, Camp., México.

³Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán, C.P. 97345; Conkal, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: rangel.alma@inifap.gob.mx (María Alma Rangel-Fajardo)

Recibido: 13/agosto/2020

Aceptado: 02/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El cultivo de soya ocupa un lugar importante en la economía del país. Existen regiones agrícolas en el país con potencial para su producción, sin embargo; se desconoce el comportamiento de las variedades que están disponibles en el mercado. Se evaluaron ocho variedades de soya (Huasteca 100, huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400, Huasteca 600, Vernal, Tamesí y Luziânia) bajo régimen de temporal PV 2017, en dos fechas de siembra (27 de junio y 10 de julio) en las condiciones ambientales de Yucatán. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (factor 1 variedades y factor 2 fechas de siembra) con tres repeticiones. El seguimiento del cultivo fue bajo el paquete tecnológico recomendado para el cultivo. Se tomaron las variables respuesta días a floración, altura de planta, altura a primer entrenudo, número de ramas, número de vainas, número de semillas por planta, peso de 1000 semillas. Se realizó el ANOVA y la comparación de medias Tukey 0.05 por medio de SAS 9.3. Todas las variables presentaron diferencias ($p \leq 0.05$) en todos los factores. Las fechas de siembra influyeron en la respuesta a excepción de Huasteca 400 y Huasteca 600 que no presentaron afectaciones tan marcadas como en el resto de las variedades. La variedad Tamesí registró el mayor rendimiento, sin embargo fue la de menor altura, lo que puede traducirse como problemas para la mecanización.

Palabras clave: Rendimiento, *Glicine max* L., fechas de siembra, fotoperiodo.

PRODUCTIVE RESPONSE OF EIGHT SOYBEAN VARIETIES IN YUCATÁN, MÉXICO

ABSTRACT

Soybean cultivation occupies an important place in the country's economy. There are agricultural regions in the country with potential for its production, however; the behavior of the varieties that are available in the market is unknown. Eight soybean varieties (Huasteca 100, Huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400, Huasteca 600, Vernal, Tamesí and Luziânia) were evaluated under the PV 2017 storm regime, on two planting dates (June 27 and July 10) in the environmental conditions of Yucatan. The trial was established under a randomized complete block design with factorial arrangement (factor 1 varieties and factor 2 planting dates) with three replications. The monitoring of the cultivation was under the technological package recommended for the cultivation. The variables response days to flowering, plant height, height at first internode, number of branches, number of pods, number of seeds per plant, weight of 1000 seeds were taken. ANOVA and comparison of Tukey 0.05 means were performed using SAS 9.3. All the variables presented differences ($p \leq 0.05$) in all the factors. The sowing dates influenced the response, except for Huasteca 400 and Huasteca 600, which did not show such marked affectations as in the other varieties. The Tamesí variety registered the highest yield, however it was the one with the lowest height, which can translate into problems for mechanization.

Keywords: Yield, *Glicine max* L., planting date, photoperiod

INTRODUCCIÓN

La soya es una de las oleaginosas de mayor importancia en el mundo. México es el cuarto importador de este grano, el cual es destinado principalmente a la industria alimenticia por sus altos contenidos proteicos, lo que permite la elaboración de alimentos tanto para humanos como la elaboración de alimentos balanceados para animales y en últimos años para la elaboración de biodisel (Maldonado, et al 2007).

El cultivo de la soya tiene altas posibilidades de producción en diferentes regiones del país, sin embargo es necesario identificar, dentro de las variedades generadas y presentes en el mercado y/o experimentales, las mejores opciones en cuanto a comportamiento agronómico. La soya es una planta que se ve afectada por el fotoperiodo y muchos de sus caracteres de productividad dependen de ello (altura a la primera vaina, número de vainas, peso de semilla, etc). Yucatán ha incursionado en la producción de esta oleaginosa, en la región sur del estado, sin embargo no se ha impulsado

con mayor ahínco para que productores se interesen en el cultivo (Torres-Torres N, et al. 2009).

En México la superficie sembrada con soya es de 232 680 hectáreas, en las que se obtiene un rendimiento promedio de 1.65 t/ha (SIAP, 2019). Se estima que existen 4,200 productores de soya en los estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo. En México la demanda de la soya supera ampliamente a la oferta, por lo que el país es un recurrente importador de grano. Se estima que en 2016, México se posicionó como el tercer importador de soya en el mundo, destinando 98% al sector pecuario. Un aumento significativo en la producción nacional de soya en México, ayudaría a disminuir la dependencia de este insumo del extranjero, proporcionaría materia prima para la elaboración de aceites y alimentos con alto contenido proteico a un precio estable, y aumentaría la disponibilidad de alimentos en nuestro país (SAGARPA, 2016). Por esta razón, es indispensable contar o desarrollar paquetes tecnológicos para cada ambiente donde exista o se pretenda establecer este cultivo, considerando los factores agroecológicos más importantes con que las plantas interactúan, como el tipo de suelo y las condiciones meteorológicas.

Los principales consumidores de la soya, en México, son la industria pecuaria y aceitera. La industria pecuaria utiliza la pasta o harina de soya en la elaboración de alimentos concentrados para aves, cerdos y ganado. Por otro lado, la industria aceitera utiliza la soya, para la extracción y transformación de aceite para uso comestible, principalmente. Estos usos han permitido que la soya sea considerada como uno de los cultivos más rentables en el mundo (SAGARPA, 2016).

Desde los años 90's en México la superficie dedicada a la siembra de soya a disminuido considerablemente, principalmente por la presencia de sequías y los problemas fitosanitarios que enfrenta el cultivo, sin embargo se han generado variedades que enfrentan estos tipos de problemas.

En el estado de Yucatán, en el 2017 se sembraron 9634 ha (SIAP, 2019), lo que representa el 1.15 % de la producción nacional. Se considera que el estado tiene oportunidad en crecer en cuanto a superficie sembrada y cosechada de esta oleaginosa, por lo que es pertinente realizar evaluaciones de las variedades que se encuentran disponibles para trópico y verificar su comportamiento productivo y sanitario para actualizar los paquetes tecnológicos y generar estrategias que lleven a mejores opciones de cultivo para los productores.

El cultivo de la soya es una opción rentable para el estado de Yucatán, se cuenta con el mercado disponible, pero a falta de materia prima debe ser trasladada de otros estados productores o incluso importar, cerrando una oportunidad a los productores de la región que cuentan son tierras mecanizables.

Debido a lo anterior se evaluaron las principales variedades de soya, generadas por el INIFAP, bajo régimen de temporal en condiciones ambientales del estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron ocho variedades de soya (Huasteca 100, huasteca 200, Huasteca 300, Huasteca 400, Huasteca 600, Vernal, Tamesí y Luziânia) durante el ciclo PV 2018 en dos fechas de siembra (27 de junio y 10 de julio) bajo un régimen de temporal, cada fecha de siembra se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Se obtuvieron los datos de temperatura máxima y mínima y precipitación de la estación meteorológica del SE Uxmal, durante el periodo de evaluación y fueron graficados.

Las parcelas fueron monitoreadas para el control de malezas y plagas. Las variables respuesta que se registraron fueron: días a floración cuando el 50% de las plantas de la parcela presentaron floración; altura a la primer vaina, tomando la medida del cuello del tallo hasta donde se presentó la primer vaina; altura de planta tomada del cuello del tallo hasta la parte superior de la planta; número de ramas por planta, solamente fueron contabilizadas las ramas primarias; número de vainas por planta se contabilizo el número total de vainas por planta de cinco plantas y se obtuvo el promedio; número de semillas por planta se contabilizó en cinco plantas y se obtuvo el promedio, peso de semillas por planta, las semillas obtenidas de la variable anterior se pesaron en una báscula Velab modelo VE-1000, peso de 1000 semillas se obtuvo del promedio de ocho muestras de 100 semillas, como es descrito por Moreno (1986).

Todas las variables respuesta fueron analizadas por ANOVA y la comparación de medias por Tukey (0.05) con ayuda de SAS versión 9.3.

RESULTADOS

La floración se presentó a diferentes días después de la siembra (DDS) en todas las variedades durante la primera fecha. La variedad Huasteca 300 fue la más precoz, registrando la floración a los 44 DDS, mientras que Tamesí, Vernal y Huasteca 400 a los 51 DDS y Huasteca 100, Huasteca 200, Luziânia y Huasteca 600 registraron la floración a los 58 DDS. En la segunda fecha de siembra la floración se adelantó considerablemente con respecto a la primera fecha. La variedad Luziânia, Huasteca 400 y Huasteca 600 registraron floración a los 44 DDS y el resto de las variedades presentaron floración 49 DDS. La cosecha se inició el 24 de octubre con las parcelas de Luziânia y Vernal de la fecha 1, el resto de las variedades se cosecharon una semana después. La fecha dos se cosecho completa dos semanas después (7 de noviembre 2017). De acuerdo con los resultados obtenidos; la fecha 1 arrojó los mejores resultados en todas las variables, solamente altura a primer vaina y peso de 1000 semillas no mostraron diferencias.

Por otro lado, el factor de variedades registraron diferencias ($P \leq 0.05$) en todas las variables a excepción de altura a la primera rama. Las variedades de mayor altura fueron Huasteca 200, 400 y 300, con altura de 70 cm aproximadamente, la variedad de menor altura registrada fue Tamesí con solo 39 cm en promedio, sin embargo sobresalió en el número de ramas por planta con un promedio de 10 ramas.

La variedad Huasteca 200 registró la mayor cantidad de vainas al igual que el número de semillas; sin embargo, a pesar de esta respuesta la variedad Tamesí sobresalió en el peso de semilla de la muestra, de igual forma el peso de 1000 semillas y rendimiento (cuadro 1).

Cuadro 1. Variables respuesta evaluadas en el cultivo de soya durante el ciclo PV 2017 en el SE Uxmal.

Fecha	Altura (cm)			Número			Peso (g)		Rendimiento Ton/ha
	Planta	Vaina	Ramas	Vainas	Semillas	semilla	x 1000		
1	63,87 a	10,55 a	8,19 a	186,16 a	363,51 a	40,44 a	111,58 a	1,21 a	
2	56,17 b	9,57 a	6,21 b	135,32 b	270,98 b	30,99 b	113,07 a	0,93 b	
dms	6,88	1,99	0,96	24,81	50,6	6,59	7,1	0,2	
Variedades									
Huasteca 100	53,67 ab	10,87 a	6,2 b	136,1 ab	276,6 ab	28,71 b	104,77 ab	0,86 b	
Huasteca 200	70,13 a	10,4 a	6,73 b	214,47 a	420,53 a	41,37 ab	98,75 b	1,24 ab	
Huasteca 400	70,37 a	11,88 a	8,13 ab	157,67 ab	345,53 ab	36,38 ab	105,72 ab	1,09 ab	
Huasteca 600	59,97 ab	10,87 a	6,03 b	125,17 b	267,63 ab	31,30 ab	116,73 ab	0,94 ab	
Vernal	59,04 ab	9,66 a	8 ab	126,13 b	232,5 b	26,22 b	112,15 ab	0,79 b	
Tamesí	39,7 b	5,53 a	5,83 b	130,23 b	390,63 ab	50,31 a	127,32 a	1,51 a	
Luziânia	59,38 ab	11,36 a	10,94 a	182,53 ab	330,07 ab	37,50 ab	111,93 ab	1,13 ab	
Huasteca 300	67,93 a	9,93 a	5,7 b	130,23 b	274,43 ab	33,93 ab	121,22 ab	1,02 ab	
dms	21,91	6,35	3,06	79,05	161,22	20,99	22,57	0,63	

dms: diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra son en cada variable y en cada factor, no son estadísticamente diferentes. (Tukey 0.05).

Para la variable altura de planta solamente la variedad Vernal registro mayor altura en la fecha 2, mientras que el resto de las variedades presentaron mayor altura en la fecha 1 (Figura 2a). La altura a la primera vaina registró un comportamiento variable dependiendo de la fecha de siembra, las variedades Huasteca 100, 600, Vernal y Luziânia presentaron mayor altura a la primera vaina en la primera fecha, mientras que Huasteca 400, 300 y Tamesí la mayor altura la registraron en la segunda fecha de siembra (Figura 2b). Por otro lado el número de ramas por planta solamente Huasteca 600 registró un aumento ligero en el número de ramas para la fecha 2, el resto de las variedades presentaron mayor número de ramas en la fecha 1 (Figura 2c). En cuanto al número de vainas por planta, todas las variedades registraron mayor número de vainas para la fecha 1; sin embargo, sobresalen las variedades Huasteca 200, Tamesí y Luziânia para la fecha 1 y para la fecha dos Huasteca 200, 400 y Tamesí registran el mayor número de vainas (Figura 2d). En la variable número de semillas por planta todas las variedades arrojaron los registros más altos para la fecha 1 sobresaliendo Huasteca 200 (500 semillas/planta), Tamesí (450 semillas/planta) y Luziânia (400 semillas/planta); en cuanto a la fecha dos las variedades que resaltan son Huasteca 200 y 400 con 300 semillas por planta en promedio (Figura 2e).

El peso de semillas fue diferente en cada variedad de acuerdo a la fecha de siembra, a excepción de Huasteca 400 y 600 que reportaron mayor peso de semillas en la fecha dos, el resto de las variedades registraron mayor peso de semillas en la fecha 1, resaltando Tamesí, Luziânia y Huasteca 200 (Figura 2f),

sin embargo, este peso se ve afectado por el número de semillas por planta por lo que es necesario obtener el peso de 1000 semillas donde sobresale Tamesí y Huasteca 300, esta última baja el peso ligeramente en la fecha 2. Las variedades Huasteca 100, 200, 400 y 600 registran mayor peso, en esta variable, en la fecha 2 (Figura 2g). Finalmente al estimar el rendimiento de las ocho variedades con respecto a las dos fechas evaluadas se obtuvo que Tamesí, Luziânia, Huasteca 200, 300, 100 y Vernal presentaron mejores rendimientos en la fecha 1 resaltando Tamesí. En la fecha 2 Huasteca 400 y 600 mostraron mayores rendimientos en comparación con los reportados para la fecha 1, a pesar de ello Tamesí registra para la fecha 2 el mismo rendimiento que Huasteca 400 (Fig. 2h).

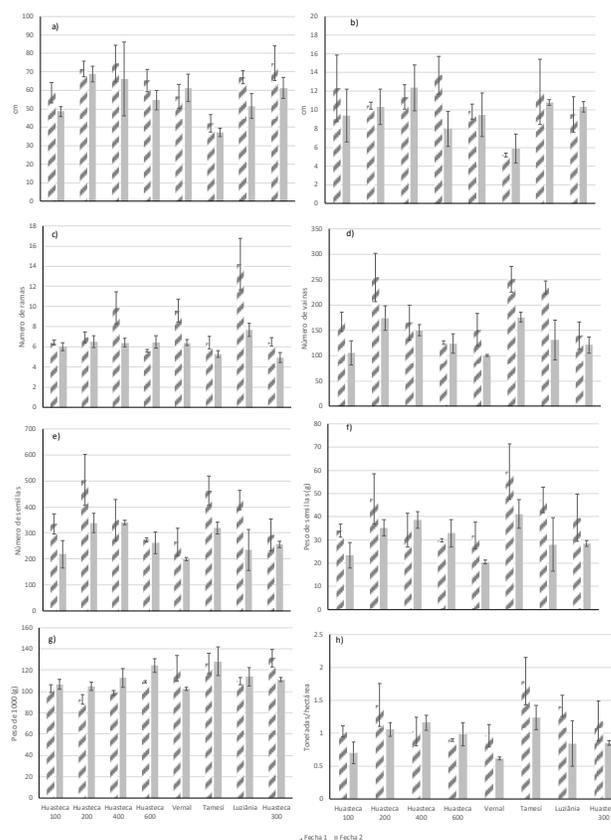


Figura 2. Comportamiento de variables respuesta en dos fechas de siembra y ocho variedades de soya. a) altura de planta, b) altura a primer vaina, c) número de ramas por planta, d) número de vainas por planta, e) número de semillas por planta, f) peso de semilla, g) peso de 1000 semillas, h) rendimiento estimado.

DISCUSIÓN

Las variables agronómicas se vieron afectadas por las fechas de siembra en todos los materiales. De acuerdo con Maldonado y Ascencio (2012), la soya se ve afectada por cuestiones de fotoperiodo, lo que repercute en altura, número de ramas y semillas y consecuentemente en el rendimiento. Por otro lado Tosquy et al. (2006) sugieren que la densidad de siembra, en condiciones de temporal, influye directamente en la respuesta al rendimiento, la densidad correcta

dependerá del arquetipo de la planta, altura, tipo de crecimiento y su afectación al fotoperíodo, de esto dependerá la eficiencia en la producción de fotosintatos y por lo tanto en el rendimiento. En este caso la fecha de siembra afecto directamente los rendimientos en Huasteca 100, Huasteca 200, Vernal, Tamesí, Luziânia y Huasteca 300, por lo que podría sugerirse que se vieron afectadas por el fotoperíodo, mientras Huasteca 600, Huasteca 400 no registraron repercusión, lo cual coincide con lo que reporta Maldonado et al. (2010) para el caso de la variedad Huasteca 400 quienes recomienda siembras entre 15 de junio al 31 de julio. En el caso de Huasteca 600 también presenta buenas características para la producción bajo las condiciones de temporal (Maldonado et al., 2017).

Una característica que es importante cuidar al seleccionar la variedad a producir es la altura, el sistema de cultivo de soya, por lo general es mecanizado, por lo que la altura al primer entrenudo repercute en el rendimiento, al producir mermas en campo (Tosquy et al., 2010). En esta evaluación la variedad con mejor rendimiento fue Tamesí, se vio afectada por la fecha de siembra, pero, supero al resto de variedades en las dos fechas, sin embargo; fue la variedad con menor altura en las dos fechas, lo que al realizar las actividades con maquinaria puede repercutir considerablemente. A pesar de que en las variables número de vainas y número de semillas por planta Huasteca 200 sobresale del resto no fue la variedad con mejor rendimiento, esto ha sido reportado en diversos ensayos (Maldonado et al., 2012 y Maldonado et al., 2010).

CONCLUSIONES

Existe una respuesta diferente en cada una de las variedades y se ven influenciadas por la fecha de siembra. En este ciclo evaluado, Tamesí fue la variedad con mayor rendimiento, sin embargo, Huasteca 200 y 400 presentan mejores características para cultivos mecanizados. De las fechas evaluadas la que corresponde al 27 de junio arrojó los mejores resultados en todas las variables evaluadas.

Agradecimientos. Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por el financiamiento del proyecto “Evaluación de variedades de soya en las condiciones agroclimáticas de la península de Yucatán”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Maldonado M. N. et al. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. SAGAR-INIFAP-CIR Noreste. CE Sur de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas, México. 83p.
- Maldonado, M. N. & Ascencio, G. L. 2012. Tamesí, nueva variedad de soya para el trópico húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3:1671-1677.
- Maldonado, M. N., Ascencio, G. L. & Gill, L. R. O. 2010. Huasteca 400, nueva variedad de soya para el sur de Tamaulipas, Oriente de San Luis Potosí y Norte de

- Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1: 687-692.
- Maldonado, M. N., Ascencio, L. G. & García, R. C. J. 2017. Huasteca 600: variedad de soya para el sur de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8: 1897- 1904.
- Moreno M. E. 1996 Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. México. 393 p.
- SAGARPA 2016. Planeación agrícola nacional 2017-2030. Oleaginosas Canola, Cártamo, Girasol, Soya. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256431/B_sico-Oleaginosas-parte_una.pdf Consultado 19/06/2018 Consultado 19/06/2018.
- SIAP. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. Consultado 19/06/2020.
- Torres-Torres N, Tovar-Palacio A R. 2009. La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud. *Salud pública de México*. 51: 246-254.
- Tosquy, V. H. O., Esqueda, E. A. V. & Durán, P. A. 2006. Sistemas de siembra para soya de invierno en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*. 17: 47-53.
- Tosquy, V. H. O., Esqueda-Esquivel V. A., Zetina-Lezama R., Ascencio-Luciano G. 2010. Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*. 21:63-72
- Tosquy-Valle, H. O., Esqueda-Esquivel, A. V., Zetina-Lezama, R. & Ascencio-Luciano, G. 2010. Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*. 21: 63-72.

EL COVID 19 Y SU IMPACTO EN LA EDUCACIÓN EN MÉXICO

Ramiro Iván Vega-Espinosa¹, Alfredo Orlando de J. Díaz Mendoza¹, Juan Manuel Ávila-Castillo¹ y José Isidro Medina-Chan²

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Departamento de Ingeniería Industrial. Av. Tecnológico km. 4.5 S/N C.P. 97118. Mérida, Yucatán. ¹Profesor. ²Alumno

Autor de correspondencia: alfredo.dm@merida.tecnm.mx (Alfredo Orlando de J. Díaz Mendoza)

Recibido: 18/agosto/2020

Aceptado: 04/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

La presencia de este virus ha venido a alterar la continuidad de la educación en México y en otros países, forzando, tanto a profesores como estudiantes a permanecer en casa y desde ahí ejercer, unos su labor docente y los otros a continuar su formación académica, pero con métodos antes no usados o al menos no en su mayoría. Esta nueva y obligada forma de enseñar se ha topado con muchos obstáculos y debido a que aún no es segura la presencialidad en las aulas, estamos ante la necesidad de acostumbrarnos a esta nueva normalidad.

Palabras clave: aptitud, actitud, violencia psicológica, interacción social

COVID 19 AND ITS IMPACT ON EDUCATION IN MEXICO

ABSTRACT

The presence of this virus has come to alter the continuity of education in Mexico and in other countries, forcing both teachers and students to stay at home and from there exercise, some their teaching work and others to continue their academic training, but with previously unused methods or at least not mostly. This new and compulsory way of teaching has run into many obstacles and because the presence in the classroom is not yet safe, we are faced with the need to get used to this new normal.

Keywords: aptitude, attitude, psychological violence, social interaction

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema del COVID 19 y su impacto en la educación en México en donde se mencionará si tiene o ha tenido impacto la presencia de la pandemia y de qué manera hemos abordado los profesores, los alumnos, los padres de familia y de forma general toda la sociedad, una realidad actual con características propias que se añaden en los hogares, en las escuelas en los trabajos y la forma de ejecutar los procedimientos y exigencias del modelo educativo latente. En la época actual nuestro planeta está inmerso en la tecnología ya que respondemos al llamado digital que el entorno nos exige y que demanda el uso de alternativas viables de educación para poder hacer una educación eficaz y cumpla los objetivos planteados en nuestro sistema de educación mexicano es por todo esto que el uso de la computadora, el uso del internet, el uso de plataformas educativas va en crecimiento acelerado por su misma sinergia globalizante. Ahora entrando al año 2020 se nos presenta una problemática actual denominada pandemia del virus COVID 19 y trae consigo necesidades en los modelos de educación de manera abrupta en la cual los sistemas han tenido que evolucionar y ser tratados de forma especial con características propias y entornos previamente preparados para cumplir de mejor manera, cabe recalcar que cada órgano educativo ha tenido que adoptar su estrategia en

el manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) para alcanzar los objetivos de los educandos e impulso de los educadores.

La investigación nace del interés de conocer cómo nos afecta como docentes esta pandemia y en términos académicos qué herramientas tenemos para poder hacerle frente. La economía del País como agente detonador. La metodología utilizada remite a la teoría existente de la pandemia y cómo en el mundo y en nuestro país se está enfrentando y de qué manera obedece al manejo y necesidad imperante.

Contextualización

Al inicio del anterior ciclo escolar 2019-2020, nadie se hubiera podido imaginar que tendría que completarse de una manera no planeada: los alumnos y los maestros, cada uno en sus casas.

Previo a las vacaciones de primavera, el período conocido como Vacaciones de Semana Santa, se ordenó el cierre de las escuelas para tratar de minimizar las posibilidades de contagio. Se iniciaba una serie de reuniones para tomar decisiones sobre el cómo concluir el ciclo escolar sin la presencialidad, pero nadie puede negar que se tenía la

esperanza que esta situación tuviera un efímero desenlace, ¡qué lejos de la verdad!

De acuerdo con el World Bank Group, en una publicación del 7 de mayo de este año, un alto porcentaje de los alumnos no estaba asistiendo a clases por motivos de la pandemia, cito: *“Debido a la COVID-19, el 85 % de los alumnos no asiste a las escuelas porque están cerradas. Si los países actúan con rapidez, pueden reformar los sistemas de educación después de la pandemia, de modo de estar mejor preparados para afrontar crisis futuras.”* (Bancomundial.org)

En muchas escuelas, incluso del nivel superior, la sorpresa ha sido mayúscula por la necesidad de implementar estrategias para poder llevar la educación a los hogares de los alumnos y desde los hogares de los maestros, se han convertido espacios como salas y comedores, en aulas y lugares de trabajo para poder mitigar los efectos de esta inesperada situación.

Otro de los efectos que vamos a resentir por esta pandemia tiene que ver con el ya existente rezago en materia de educación entre los diferentes sectores de una población y que seguramente se verá aumentada por la necesidad imperiosa de medios para estar a la par con este nuevo método de aprendizaje.

Vemos que no todos cuentan con INTERNET, o con una computadora y lo que es peor, el saber usarla, porque, aunque suena ilógico e inadmisiblemente, no todos los profesores tienen el conocimiento del uso de paquetes de computadora. A mi manera de ver y como una opinión muy particular, no debería suceder esto y menos en una institución de nivel superior, pero pasa, es una realidad.

En muchas situaciones existen dos características para poder hacer algo: la aptitud y la actitud y estoy convencido que, teniendo la segunda, se puede alcanzar la primera.

Con mucha pena he encontrado, en varios profesores de nivel superior, la falta de actitud para afrontar esta inédita situación de la manera que ahora se hace necesaria y buscan ampararse con los medios que sean necesarios para evitar cumplir con su deber de educandos con la manera que nos impone esta situación.

Pero lo anterior es otro tema, sólo quise mencionarlo para ver si puedo tocar puntos sensibles de estos profesores, que la verdad no son muchos y se pongan la camiseta y cambien su actitud, sé que sí pueden.

El daño ya está porque la pandemia llegó y aún está presente por lo que el próximo ciclo escolar tampoco puede iniciar de manera presencial y ya nuestro país ha implementado estrategias que buscan que, no sólo minimicemos los riesgos de contagio, sino que también la educación llegue a todos los lugares posibles y se quede el menor número posible de

estudiantes sin acceso a la educación. En México, las grandes televisoras se han unido al esfuerzo del gobierno para dar espacios en canales abiertos y difundir los contenidos necesarios para que las clases continúen hasta que el indicador de riesgo, hoy conocido como semáforo, esté en verde.

Y por supuesto que estamos ante un gran reto, hace unas semanas, el Grupo Atlantis que es un grupo conformado por 26 exministros de educación y jefes de gobierno de todo el mundo hizo una fuerte, pero muy cierta declaración: “La pandemia mundial a causa del coronavirus representa el desafío más importante para la educación en todo el mundo desde la Segunda Guerra Mundial”.

No se había visto nunca que se cerraran las escuelas de todo el mundo y ni siquiera durante la Segunda guerra mundial, esta pandemia superó todo lo anterior. Millones de niños y estudiantes de todos los niveles, al igual que sus profesores, se tuvieron que ir a sus casas y ahí continuar con el proceso educativo.

Desde ahí surgió la fragilidad del sistema ya que se evidenció la existencia de deficiencias e inequidades en los sistemas educativos como lo es la velocidad de nuestro INTERNET, las características de nuestras computadoras y el conocimiento sobre el uso de ellas.

Andreas Scheicher, director de educación de la OCDE afirma: *“Los estudiantes privilegiados consiguieron sortear rápidamente las puertas cerradas de los centros y encontrar vías hacia oportunidades de aprendizaje alternativas apoyados por sus padres y deseosos de aprender; los de familias desfavorecidas se quedaron fuera cuando las escuelas cerraron”.*

Asimismo, la UNESCO afirma que unos 826 millones de estudiantes no tienen acceso a una computadora y unos 706 millones no tiene acceso a INTERNET.

Para maestros de países con una sólida infraestructura en tecnología en sus hogares, esta abrupta transición a la educación en línea ha sido complicada y para maestros donde no existe esta calidad de infraestructura ha sido aún más difícil y en algunos casos hasta imposible.

Pero ¿qué dicen los expertos sobre la efectividad de las clases en línea? Investigadores de la Universidad de Pekín han dicho que las clases en línea deben durar entre 15 y 30 minutos para que sean más efectivas. Otro punto que considerar consiste en el tipo de presión que los padres ejercen sobre sus hijos ya que hay muchos padres que siguen pensando que la “letra con sangre entra” y ejercen violencia psicológica y hasta física sobre los hijos.

El sistema educativo ha entendido que esto es un caso muy diferente, es educación durante la pandemia en donde la incertidumbre, la ansiedad, el aislamiento e incluso el miedo,

están presentes en todo momento. Es también de todos sabido que una parte importante de la estadía en las aulas de manera presencial contribuye en la formación de los estudiantes, estos socializan y es parte de su crecimiento como personas dentro de una sociedad interactiva. Según la UNICEF “mantener el ritual de la escuela, con sus registros y momentos de interacción social y que los estudiantes se mantengan en contacto con sus compañeros y amigos es psicológicamente importante durante esta crisis”. Por consiguiente, existe un riesgo en sólo centrarse en la cuestión académica sin tomar en cuenta las necesidades sociales y emocionales del estudiante ya que el bienestar debe ser siempre primero.

Esta nueva normalidad que estamos viviendo nos hace reflexionar sobre la situación en nuestro país con relación a lo que se tiene a la mano de acuerdo a niveles sociales, etnias, geografía, etc. Antes de la pandemia se sabía que el INTERNET y la tecnología eran muy necesarios en el desarrollo de una región y muy especialmente en el sector Educación y esto es ahora más importante que nunca y el desafío al que se enfrenta este sector, es garantizar la equidad y la inclusión de la población más vulnerable y marginada y se debe enfatizar en llegar a todos con estas nuevas estrategias educativas, por lo que es importante que los lazos entre el sector salud y el de educación, deben estar ahora más estrechos y coordinar esfuerzos en la decisión del regreso a las aulas.

Los avances tecnológicos nos han llevado a que ya no solamente podemos depender de la presencia en las aulas, los ambientes de enseñanza también han evolucionado al grado que los estudiantes necesitan ser más protagonistas en el proceso y más cuando abundan los cursos a distancia

En la circunstancia actual —en que no hay posibilidad de que alumnos y maestros se reúnan en las escuelas— quienes tengan un mayor acceso a las TIC estarán en una ventaja sobre quienes tienen menor acceso a esas tecnologías. El uso de los medios tradicionales para la educación a distancia sirve de algo para dar continuidad al quehacer educativo, pero no tiene el alcance de las TIC. Además, la necesidad impuesta por el Quédate en casa, aceleró el proceso de inicio de la educación en línea, o educación virtual como suele llamársele.

El estudiante en esta modalidad, pasa de ser un estudiante que sólo escucha, a un estudiante proactivo y de ser uno más pasa a ser protagonista. Pero ¿qué necesita este nuevo modelo de estudiante? La respuesta a este cuestionamiento es en base a las a las actitudes siguientes:

- Motivación. Convencerse de que quiere hacerlo.
- Autogestión. Que sea capaz de organizar su tiempo para cumplir con lo necesario
- Responsabilidad. Saber que tiene que cumplir
- Se debe tener en cuenta también lo siguiente:

- Aprender a distancia requiere el mismo tiempo o tal vez más que el aprendizaje presencial.

Los materiales empleados en esta modalidad son también digitales y se convierten en fuentes importantísimas para aprender.

Muchas veces se tiene que sacrificar tiempo de ocio, de descanso, con la familia, etc. pero si te tienen las actitudes mencionadas previamente, se puede lograr.

De todos es conocido que no se hicieron esperar las críticas a esta forma de enseñanza, lo cual es aceptable y se mencionaron varios inconvenientes para esta modalidad, como el hecho real de que no todos cuentan con las herramientas básicas necesarias para incursionar en esta forma de recibir enseñanza, la falta también real de capacitación de parte de los instructores, etc., pero no se debe perder de vista que el propósito principal de implementar esta manera de enseñar, se basa en la imperiosa necesidad de no dejar de educar, no dejar de impartir conocimientos y de que los alumnos afectados sean los menos.

¿Cómo o por qué se puede afirmar que sean los menos? Definitivamente también debemos aceptar, que actualmente, cada vez hay más hogares donde el INTERNET está presente y, aunque existen (realidad dolorosa) quienes no cuentan con esa herramienta, cada vez se va reduciendo en número.

Es importante considerar que estamos acostumbrados a las clases presenciales en el aula, pero no debemos olvidar las ventajas que representan la clase en línea. A continuación, se presentan dos cuadros comparativos de ventajas y desventajas de la educación virtual, primero y de la educación presencial seguidamente: copiado textualmente de <https://www.formarte.edu.co/>

Educación virtual

Ventajas	Desventajas
Puedes estudiar en cualquier momento y lugar, solo necesitas conexión a internet.	La pasividad con la que se pueda afrontar este método de estudio, ya que se puede percibir como algo “más fácil”.
Tienes acceso al contenido durante las 24 horas del día, permitiendo adaptar el estudio a la disponibilidad de tiempo que tengas.	Inexistencia de una estructura pedagógica completa con procesos cognitivos y técnicas de aprendizaje.
Hacer buen uso de las ayudas didácticas y audiovisuales, aumentan la calidad del aprendizaje.	Crea una brecha en la relación alumno-maestro, rompiendo los lazos humanos que se puedan generar.
Ahorras tiempo y dinero, ya que no requieres desplazamientos.	Para personas que aprecien el contacto personal y que se vean beneficiados de las relaciones afectivas puede resultar desconcertante.
Ampliación del margen de cobertura, eliminando las barreras de lugar y tiempo, permitiendo estudiar en otra ciudad, incluso ¡otro país!	La disciplina y constancia que se requieren en la formación a distancia es mayor.
Brinda más oportunidades para analizar la información que se está recibiendo o repetir	Una mala conexión de internet, falencias en el equipo o material

Ventajas	Desventajas
lecciones en caso de ser necesario. La educación virtual facilita el trabajo colaborativo, el acceso a chats, debates y prácticas en las plataformas, enriquecen los conocimientos.	de trabajo pueden generar retrasos e interrupciones. Sin una rutina de estudios programada, puedes descontrolar tus horarios para otras actividades.

Educación presencial

Ventajas	Desventajas
El intercambio de conocimiento entre profesor-alumno, aumenta la motivación entre los alumnos. Los profesores pueden aplicar técnicas específicas al tener un mayor conocimiento de su grupo de estudiantes. Las clases pueden ser más didácticas y prácticas, lo que se puede traducir en un mayor interés y disposición para recibir la clase. Es más eficiente, al no depender de un correcto funcionamiento de herramientas de audio o vídeo para iniciar una clase. El sentido de pertenencia y el compañerismo aportan a un clima estudiantil sano, generando una implicación emocional mayor. Se refuerzan los valores éticos, aportando un crecimiento no solo intelectual, sino también personal.	Cuando los grupos de estudiantes son numerosos, las técnicas de enseñanza pueden presentar falencias, generando distracciones en el estudiante. El tiempo de desplazamiento y factores ajenos como el mal clima, generan una mayor inversión en tiempo y dinero. La rigidez en el cumplimiento de horarios, pueden afectar la buena disponibilidad del estudiante para recibir información. Limita las posibilidades de estudio a personas con discapacidad física, que vivan en lugares remotos o recursos limitados. Se pueden presentar conflictos personales entre los participantes a las clases, afectando el ambiente en el aula de clase. Las eventualidades presentadas por anomalías académicas afectan el plan de estudios de los alumnos.

También es evidente que ante los retos que se vienen las autoridades tendrían que reorientar gasto educativo que hoy está mal diseñado y tomarse en serio la lucha contra la corrupción en el ámbito educativo. Por ejemplo:

- modificar sustantivamente la política generalizada de becas para sustituirla por una correcta focalización y acompañamiento de tutores para evitar deserción de los beneficiarios;
- hacer una cirugía mayor al programa la Escuela es Nuestra con recursos que hoy ni siquiera tienen que comprobarse;
- detener los pagos indebidos que continúan realizándose a personal “comisionado” al sindicato y a personal “fantasma” no localizables en sus centros de trabajo.

La mayoría de las medidas más relevantes para dotar al sistema educativo de los elementos adecuados y suficientes para enfrentar las consecuencias de mediano y largo plazo de la pandemia en curso, y prepararse para futuras contingencias, demandan ajustes presupuestales y un uso adecuado de los recursos canalizados al sistema educativo. Las omisiones para fortalecer y profesionalizar al Estado mexicano en múltiples aspectos, en este caso el educativo, hoy están exhibiendo con toda claridad su oneroso costo para la sociedad en su conjunto.

La educación en nuestro país tiene muchas áreas de oportunidad, y no es desde hoy. Debemos admitir que en nuestro país falta capacitación para todos los docentes ante esta circunstancia que hoy se nos presenta. La educación no se observa de forma igualitaria ya que no todos los alumnos disponen de lo necesario para poder aprender en casa. Si hablamos de equidad en el aprendizaje, podemos observar que no podemos atender a las necesidades de cada uno de ellos, tomando en cuenta que en las aulas hay alumnos con necesidades de atención al aprendizaje y queramos o no, el estar a distancia es una barrera de aprendizaje para varios de ellos. Ya que no todos cuentan con las herramientas para aprender. Y es cierto la educación virtual inclusiva es difícil, ya que no han resuelto las barreras de aprendizaje. También es interesante observar los lineamientos o recomendaciones que nos dan para el regreso a clase. Lo que llama la atención es que la mayoría de las medidas son poco factibles por tiempo e interés.

En cualquier escenario, es importante que antes de realizar inversiones para desarrollar plataformas se cuente con una visión comprensiva y de cómo los distintos aplicativos deberían operar para garantizar una gestión eficiente de los sistemas educativos. De este modo, cualquier esfuerzo que se haga debiera estar orientado a una plataforma integral de gestión. La urgencia por dar respuesta a la pandemia puede conducir a los países a realizar inversiones apresuradas que podrían resultar en duplicaciones, ineficiencias o herramientas que no se comunican con el resto de aplicativos del sistema educativo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La mayoría del material aquí utilizado ha sido tomado de la investigación realizada sobre el tema de las clases virtuales y de las experiencias que los autores han tenido por la necesidad creada por la contingencia y el método consistió en comparar la información entre varios países y buscar analogías entre éstos y el nuestro. Información del INEGI ha sido de mucha ayuda para nuestro estudio y su análisis ha sido de mucha ayuda para la conclusión de este.

Debemos señalar que la forma como se aborda esta investigación es mediante información de inicio para contextualizar la realidad que se vive y con base en la revisión teórica, adoptar algún modelo o metodología que vislumbre avances en materia de educación, debemos de tener en cuenta que la teoría que se tiene es muy reciente y por lo cual debemos de trabajar con la información que ya se tiene en el mundo y aterrizarla en México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron de la investigación se presentan en forma de tablas como se puede apreciar y se ha generado todo tipo de discusión con relación a la efectividad de las clases no presenciales. En la tabla 1 de muestra

población usuaria de internet 2015-2018 en México, la información fue tomada de usuarios de 6 años en adelante. Podemos denotar el alza porcentual que tiene el uso de internet en las casas a través de los años y por consiguiente cada vez se llega a más hogares y seguirá creciendo

Tabla 1. Población usuaria de internet 2015-2018

Año	Millones de personas que usan internet	Representación porcentual del total de la población.
2015	62.4	57.4
2016	65.5	59.5
2017	71.3	63.9
2018	74.3	65.8

Fuente: INEGI Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares.

La tabla 2 se muestra que la masa densa del uso de internet está representada entre las edades de 18 y 44 años, por algunas razones, pero principalmente por la edad escolar y población económicamente activa.

Tabla 2. Porcentaje de usuarios por sexo y edades.

Sexo	Edad	Porcentaje
Masculino	6-11	5.1
	12-17	8.2
	18-24	8.6
	25-34	9.8
	35-44	7.4
Femenino	45-54	5.5
	55 y más	4.0
	6-11	5.0
	12-17	8.2
	18-24	8.9
	25-34	10.4
	35-44	8.7
	45-54	6.3
	55 y más	4.1

Fuente: INEGI Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares

Podemos analizar los de la tabla 3 y darnos cuenta de que en el entorno urbano la gente cuenta con mayor alcance para el uso de las tecnologías contrastado con el entorno rural. Sin embargo, lo importante de esta comparativa es que representa un alza de uso tanto en el entorno urbano como en el rural. Al igual llama la atención que hay una brecha extensa en comparativa de los dos entornos.

Tabla 3. Distribución de los usuarios de Internet en áreas urbanas y rurales, 2017 y 2018

Año	Áreas	Porcentaje de usuarios
2017	Urbano	71.2
	Rural	39.2
2018	Urbano	73.1
	Rural	40.6

Fuente: INEGI Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares.

En la tabla 4, se puede observar cómo predomina el celular en el uso de conexión sin embargo el uso de la computadora con 24.2 igual es un porcentaje muy significativo. Cabe mencionar de la misma fuente que el 83.6 del total de los encuestados usan el internet para apoyar la educación/capacitación.

De la misma fuente se da a conocer que de los principales problemas que tienen los usuarios al navegar por internet el 51.9 %, manifiestan lentitud en la transferencia de la información. Y el 39.3 % interrupciones en el servicio.

Tabla 4. Usuarios de Internet según equipo de conexión, 2018

Usuarios	Población (millones)
Celular inteligente (Smartphone)	68.9
Computadora portátil	24.2
Computadora de escritorio	23.8
Tablet	13.2
Televisión con algún dispositivo conectado a ésta	12.3
Consola de videojuegos	5.1

Fuente: INEGI Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares

Al igual debemos de hacer notar que en México somos un país con necesidades en el uso de tecnologías ya que sólo el 65.8 de la población usa el internet mientras que en comparativa con Corea del Sur estamos muy por debajo con 95.1% (ver Tabla 5).

Tabla 5. Usuarios de Internet según equipo de conexión, 2018

País	Porcentaje de usuarios de internet
Corea del Sur	95.1
Reino Unido	94.8
Alemania	92.4
Suecia	92.1
Francia	88.2
España	86.1
Japón	84.6
Chile	83.5
Estados Unidos	81.9
Italia	74.2
Turquía	71.0
Brasil	67.5
México	65.8
Colombia	62.3
Sudáfrica	54.0

Fuente: INEGI Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares

Al igual hay que hacer referencia que en el 2015 sólo el 39.2% de las casas contaban con internet mientras que en el 2018 el 52.9 % esto muestra un alza significativa en proporción a los años.

CONCLUSIONES

Es de mucho valor y se necesita en México una directriz para poder incursionar el uso de la tecnología para el bienestar de nuestro entorno, motivo por el cual en esta investigación se concluye que México necesita tener mayor promoción y uso del internet para salvaguardar el funcionamiento de la educación en nuestro país principalmente cómo tema de la investigación sin embargo tendríamos que hablar de un entorno que esta inmiscuido con el internet de las cosas principalmente, sacando conclusiones de la investigación se puede observar de datos recogidos en los órganos encuestadores que el internet ha tenido un alza en su uso y aplicación ya que crece en proporción a los avances

tecnológicos, si bien México no es productor de tecnología debe de impulsar el país adquiriendo tecnología de otros países pero no basta con ser consumidores de tecnología, debemos de tener un plan para llevar a cabo la incursión y mitigar el impacto negativo que ha generado una falta de alcance en el uso de las tecnologías. Por lo cual se debe de planear de manera estratégica el camino a seguir brindando todos los apoyos necesarios para que cada vez crezca en materia de uso de tecnologías, el impacto por lo cual es abrupto ya que la pandemia evidenció la falta de tecnología necesaria en el País para ser utilizada en pro de la educación, sin embargo los rubros que más nos golpearon en estos últimos meses son la falta de un plan de adquisición de tecnología, la llegada de forma abrupta de la pandemia, nuestros condicionantes políticos, sociales y económicos actuales de la población. México tendrá que crecer en el modelo educativo por necesidad imperante y tendrá que modelar a la par de sus necesidades y usos de plataformas educativas actuales. Se concluye igual que en México necesitamos equipos de mayor capacidad, capacitación a profesores que incluso ya están fuera del rango de edad para el uso de internet esto debido a su cohorte generacional, dotarnos de mejores prestadores de servicios de internet para que podamos realizar un programa educativo de mayor alcance y cumpla con los objetivos trazados en el plan de desarrollo nacional de la mano con la Secretaría de Educación Pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Datos correspondientes al 2017, OCDE y Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)
<https://sites.google.com/site/educacionvirtualmicorreo/actitud-del-estudiante-en-ambientes-virtuales>
<https://www.educacion.nexos.com.mx>
<https://www.formarte.edu.co/>
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/450005/Presentacion_ENDUTIH_2018.pdf
<https://www.inegi.org.mx/datos/>
<https://www.businessinsider.mx>
Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2018

ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD UTILIZANDO EL MÉTODO DE PROMEDIO Y RANGO APLICADO A CASOS DE ESTUDIO EN MIPYMES DE LA REGIÓN P'URHÉPECHA

Carlos Huerta-Alvarado¹, Silvano Velázquez-Roque¹, Prisciliano Sánchez-Equihua¹, Francisco Daniel Servín-Olivos² y Mario Espino-Morales²

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha, División de Ingeniería Industrial, Carretera Carapan-Uruapan Km. 31.5, Cherán Michoacán. C.P. 60270, Tel. (443) 292 1023. ¹Profesor, ²Alumno.

Autor de correspondencia: carlosa788@hotmail.com (Carlos Huerta-Alvarado)

Recibido: 21/agosto/2020

Aceptado: 07/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el desarrollo de un par de estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R), empleando el método de promedio y rango, aplicados en dos microempresas de la región P'urhépecha del Estado de Michoacán, el objetivo es establecer el grado de confiabilidad del sistema de medición en ambos procesos en estudio, previo a establecer un sistema de medición y mejoramiento de la calidad, el trabajo de campo se realizó en un taller de maquilado de maquinarias para instrumentos de cuerda ubicado en la población de Paracho Michoacán, y en un taller de elaboración de muebles de madera de la comunidad de Nahuatzen Michoacán, para posteriormente elaborar el estudio R&R respectivo para cada caso en el laboratorio de Métodos del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha.

Palabras clave: Repetibilidad, Reproducibilidad, Promedio y Rango, Medición, Calidad

REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY STUDY USING THE AVERAGE AND RANGE METHOD APPLIED TO CASE STUDIES IN MSMEs IN THE P'URHÉPECHA REGION

ABSTRACT

This paper describes the development of a couple of repeatability and reproducibility studies (R&R), using the average and range method, applied in two micro-enterprises in the P'urhépecha region of the State of Michoacán, the objective is to establish the degree of reliability of the measurement system in both processes under study, prior to establishing a quality measurement and improvement system, the field work was carried out in a machinery assembly workshop for string instruments located in the town of Paracho Michoacán, and in a workshop for making wooden furniture from the Nahuatzen Michoacán community, to subsequently prepare the respective R&R study for each case in the Methods Laboratory of the Superior Technological Institute P'urhépecha.

Keywords: Repeatability, Reproducibility, Average and Range, Measurement, Quality

INTRODUCCIÓN

La calidad puede definirse como una o más características deseables que debería poseer un producto o servicio [1], en la actualidad toda empresa debe invertir recursos en el aseguramiento de la calidad de sus productos a fin de ser competitiva, para ello existe un gran número de herramientas estadísticas para la administración de la calidad, ya sea para empresas dedicadas a la producción de bienes o prestación de servicios, las más utilizadas son aquellas relacionadas con la filosofía six sigma, entre ellas el método de mejoramiento DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es de los más eficientes al implementar sistemas de control de la calidad [2], este trabajo se enfocó en la etapa de Medir, al analizar el sistema de medición empleado en ambos casos de estudio y determinar el grado de confiabilidad del mismo mediante estudios R&R (Repetibilidad y reproducibilidad).

Un programa efectivo de aseguramiento de calidad puede incrementar la productividad y reducir los costos de toda organización, de ahí la importancia de contar con un sistema de medición eficiente y confiable previo a implementar cualquier programa de control de la calidad. En la manufactura, que es el giro al que se dedican las microempresas en estudio, los sistemas de aseguramiento de la calidad tradicionales se enfocan, sobre todo, en cuestiones técnicas como la confiabilidad del equipo, inspección, medición de los defectos y control de procesos [3], en todas estas operaciones es necesario realizar mediciones que verifiquen que los productos cumplen con las especificaciones de calidad que el cliente requiere, así como cumplir con normas estandarizadas [4][5].

Para ambos casos de estudio se utilizó el método de Promedio y Rango, el cual arroja información sobre la variabilidad del sistema de medición en relación a la repetibilidad y reproducibilidad como variables independientes.

Repetibilidad: Es la variación que se debe al dispositivo de medición utilizado, en mediciones realizadas de forma consecutiva con un mismo instrumento y por el mismo operario siguiendo el mismo método.

Reproducibilidad: Es la variación observada en las mediciones realizadas por varios operarios utilizando el mismo instrumento, la cual se atribuye al método de medición empleado por el operario y/o al sistema de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método de promedio y rango para estudios R&R se puede resumir en los siguientes pasos:

- Establecer el número de piezas a medir denominado por la letra minúscula “n”, el número de operarios “m”, la tolerancia aceptada “T” y el número de réplicas en la medición que un mismo operario realizara a la misma pieza “r”, es importante que el operario desconozca el orden en que se realizan las mediciones a cada pieza a fin de evitar sesgos en los resultados, para este trabajo se proporcionaron las piezas a los operarios de forma aleatoria.

- Determinar la variación en la medición realizada a cada pieza por el mismo operario mediante el rango de estas.

$$R_{ij} = x_{ij} \max - x_{ij} \min \quad (1)$$

- Obtener el promedio de los rangos “ \bar{R}_m ” de variación en las “n” piezas de todas las mediciones realizadas por cada uno de los operarios.

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (2)$$

- Calcular el promedio del promedio de los rangos de los “m” operarios que intervienen en el estudio.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m} \quad (3)$$

- Determinar el promedio “ \bar{x}_m ” de las n*r mediciones que cada operario realiza.

$$\bar{x}_m = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^r x_{ij}}{n * r} \quad (4)$$

- Obtener el rango “ $\Delta\bar{x}$ ” que existe entre los promedios de las mediciones realizadas por los operarios, determinados en el paso anterior.

$$\Delta\bar{x} = \bar{x}_m \max - \bar{x}_m \min \quad (5)$$

- Calcular el porcentaje de repetibilidad.

$$\% \text{ Repetibilidad} = \frac{K_1 * \bar{R}}{T} * 100 \quad (6)$$

- Calcular el porcentaje de reproducibilidad.

$$\% \text{ Reproducibilidad} = \frac{\sqrt{(K_1 * \Delta\bar{x}^2)^2 - \frac{(K_1 * \bar{R})^2}{n * r}}}{T} * 100 \quad (7)$$

Los valores de las constantes K_1 y K_2 se toman de la tabla 1, los cuales dependen del número de réplicas “r” y del número de operadores “m” empleados en el estudio, si el valor dentro del radical en (7) resulta negativo el %Reproducibilidad se considera cero.

- Determinar el porcentaje R&R.

$$\%R\&R = \sqrt{(\% \text{ Repetibilidad})^2 + (\% \text{ Reproducibilidad})^2} \quad (8)$$

- Interpretar los resultados.

Se considera que el sistema de medición es confiable si el porcentaje de R&R resulta menor al 10%, si esta entre el 10% y el 30%, se considera aceptable con opción de mejora, si es superior al 30% el sistema de medición no es aceptable y se debe mejorar.

$\%R\&R < 10\%$	El sistema es eficiente
$10\% < \%R\&R < 30\%$	Aceptable a mejorar
$\%R\&R > 30\%$	El sistema es ineficiente

De la ecuación (8) podemos determinar que el vector %R&R se puede descomponer entre el %Repetibilidad y el %Reproducibilidad, de donde podemos establecer qué porcentaje de la variabilidad en el sistema de medición corresponde al instrumento de medición, y qué porcentaje de variabilidad corresponde al método de medición empleado por los diferentes operarios, y/o al sistema de producción.

Tabla 1. Valores de las constantes K_1 y K_2

Número de réplicas “r”	2	3	4	5
K_1	4.56	3.05	2.50	2.21
Número de operadores “m”	2	3	4	5
K_2	3.65	2.70	2.30	2.08

Caso 1. Para el primer caso de estudio se realizaron mediciones con un micrómetro, al diámetro externo de un pequeño engrane, conocido como “corona”, empleado en los mecanismos que tensan las cuerdas de instrumentos musicales, según especificaciones, para tener un desempeño adecuado al momento de tensar las cuerdas con el mecanismo, el diámetro externo de la “corona” debe ser de

4.0 mm, con una tolerancia de 0.2 mm, participaron 3 operarios, los cuales realizaron 3 mediciones a 15 engranes.

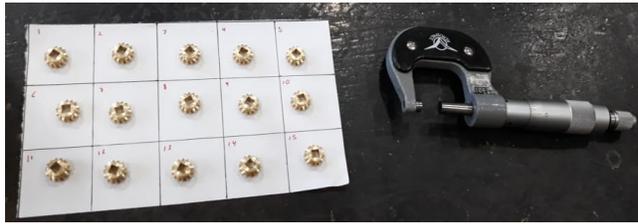


Figura 1. “Corona” y micrómetro empleados en el caso 1.

Las mediciones y rangos obtenidos por los tres operarios se muestran en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Mediciones y rangos del operario 1

Engrane	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	4.0	4.1	4.0	0.1
2	4.0	4.1	4.0	0.1
3	4.0	4.1	4.0	0.1
4	3.9	4.0	4.0	0.1
5	3.9	3.9	4.0	0.1
6	4.0	4.0	4.0	0.0
7	4.1	4.0	4.0	0.1
8	3.9	4.0	4.0	0.1
9	4.0	4.0	3.9	0.1
10	4.1	4.0	4.1	0.1
11	4.0	4.0	4.0	0.0
12	4.0	4.0	4.0	0.0
13	4.0	4.0	4.0	0.0
14	4.0	4.0	4.0	0.0
15	4.1	4.1	4.0	0.1
Promedio de Rangos				0.0666

Tabla 3. Mediciones y rangos del operario 2

Engrane	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	4.0	4.0	4.1	0.1
2	4.0	3.9	4.0	0.1
3	3.9	4.0	3.8	0.2
4	3.9	3.9	4.0	0.1
5	3.9	4.0	3.9	0.1
6	4.0	4.1	3.9	0.2
7	3.9	4.1	4.0	0.2
8	4.1	3.9	4.1	0.2
9	4.0	4.0	4.0	0
10	3.9	4.1	4.1	0.2
11	3.9	4.0	4.0	0.1
12	3.8	4.0	4.1	0.3
13	3.8	3.9	4.0	0.2
14	4.0	3.9	4.0	0.1
15	3.9	4.0	4.0	0.1
Promedio de Rangos				0.1466

Tabla 4. Mediciones y rangos del operario 3.

Engrane	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	4.0	4.0	4.0	0.0
2	4.0	4.0	4.1	0.1
3	4.1	4.1	4.1	0.0
4	4.1	4.1	4.0	0.1
5	4.2	4.1	3.9	0.3
6	4.1	4.0	4.0	0.1
7	4.0	4.1	3.9	0.2
8	4.1	3.9	4.1	0.2
9	4.1	4.1	4.1	0.0
10	4.0	4.1	4.1	0.1

Engrane	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
11	4.0	4.1	3.9	0.2
12	4.0	4.0	4.0	0.0
13	4.1	4.1	4.1	0.0
14	4.1	4.1	4.0	0.1
15	3.9	4.0	4.1	0.2
Promedio de Rangos				0.1066

Aplicando (3) el promedio del promedio de los rangos de los 3 operarios resultado:

$$\bar{R} = \frac{0.0666 + 0.1466 + 0.1066}{3} = 0.1066$$

Los promedios para las n*r mediciones que realizo cada operario obtenidos de (4) se muestran a continuación:

$$\bar{x}_1 = \frac{180.3}{15 * 3} = 4.0066$$

$$\bar{x}_2 = \frac{178.8}{15 * 3} = 3.9733$$

$$\bar{x}_3 = \frac{182}{15 * 3} = 4.0444$$

Con (5) obtenemos el valor de Δx.

$$\Delta\bar{x} = 4.0444 - 3.9733 = 0.0711$$

Estos valores nos permiten determinar con (6), (7) y (8), los respectivos porcentajes de repetibilidad, reproducibilidad y en general el %R&R del sistema de medición en estudio.

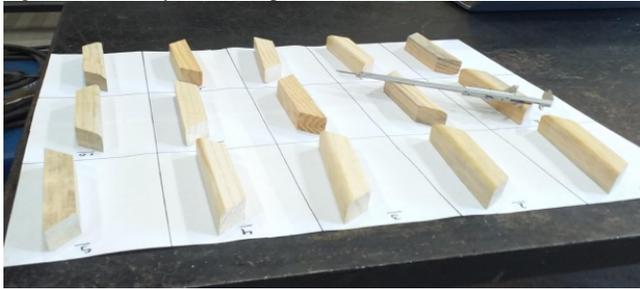
$$\% \text{Repetibilidad} = \frac{3.05 * 0.1066}{0.2} * 100 = 162.56\%$$

$$\% \text{Reproducibilidad} = \frac{\sqrt{(2.70 * 0.0711)^2 - (3.05 * 0.1066)^2}}{0.2 * 15 * 3} * 100 = 92.87\%$$

$$\%R \& R = \sqrt{(162.56)^2 + (92.87)^2} = 187.21\%$$

Caso 2. El segundo caso corresponde al corte en 45° de un tipo de moldura empleado en el terminado de la pata para base de mesa de comedor, esta moldura brinda un aspecto más estético a la mesa, la longitud de la moldura al terminar de realizar los cortes en 45° en ambos extremos, debe ser de 11.00 cm, con una tolerancia de 0.15 cm, según especificaciones, participaron 3 operarios, los cuales realizaron 3 mediciones a 15 molduras empleando un vernier.

Figura 2. Moldura y vernier empleados en el caso 2



Las mediciones y rangos obtenidos por los tres operarios se muestran en las tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5. Mediciones y rangos del operario 1

Moldura	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	11.06	11.01	11.03	0.05
2	11.01	10.90	10.90	0.11
3	11.10	11.01	11.00	0.10
4	11.05	11.04	11.04	0.01
5	11.09	11.05	11.08	0.04
6	11.07	11.08	11.05	0.03
7	11.03	11.06	11.03	0.03
8	11.09	11.07	11.09	0.02
9	11.06	11.01	11.09	0.08
10	11.09	11.06	11.04	0.05
11	11.04	11.08	11.05	0.04
12	11.04	11.06	11.09	0.05
13	11.01	11.04	11.03	0.03
14	11.04	11.02	11.07	0.05
15	11.05	11.06	11.07	0.02
Promedio de Rangos				0.0473

Tabla 6. Mediciones y rangos del operario 2

Moldura	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	11.06	10.85	11.00	0.21
2	11.05	11.00	11.00	0.05
3	11.01	11.10	11.18	0.17
4	11.05	11.10	10.80	0.30
5	11.10	10.80	10.90	0.30
6	11.10	11.10	11.07	0.03
7	11.06	11.06	11.00	0.06
8	11.10	11.10	11.10	0.00
9	11.10	11.07	11.05	0.05
10	11.01	10.90	11.08	0.18
11	11.00	11.05	11.05	0.05
12	11.10	11.05	11.01	0.09
13	11.06	11.09	11.01	0.08
14	11.05	11.10	11.07	0.05
15	11.05	11.01	11.05	0.04
Promedio de Rangos				0.1106

Tabla 7. Mediciones y rangos del operario 3

Moldura	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
1	11.00	10.98	10.96	0.04
2	10.90	10.91	10.94	0.04
3	11.00	11.08	11.09	0.09
4	11.00	11.00	11.00	0.00
5	11.03	11.03	11.06	0.03
6	11.05	11.00	11.05	0.05
7	11.02	11.00	11.00	0.02
8	11.01	11.07	11.04	0.06
9	11.07	11.07	11.08	0.01
10	11.00	11.04	11.06	0.06
11	11.00	11.03	11.04	0.04

Moldura	Réplicas			Rango
	r ₁	r ₂	r ₃	
12	11.06	11.05	11.05	0.01
13	11.00	11.09	11.00	0.09
14	10.91	11.01	11.07	0.16
15	11.02	11.03	11.04	0.02
Promedio de Rangos				0.0480

Utilizando el mismo procedimiento se llegó a los siguientes valores:

$$\bar{R} = \frac{0.0473 + 0.1106 + 0.0480}{3} = 0.0686$$

$$\bar{x}_1 = \frac{497.04}{15 \cdot 3} = 11.0453$$

$$\bar{x}_2 = \frac{496.65}{15 \cdot 3} = 11.0366$$

$$\bar{x}_3 = \frac{495.94}{15 \cdot 3} = 11.0208$$

$$\Delta \bar{x} = 11.0453 - 11.0208 = 0.0245$$

$$\% \text{Repetibilidad } d = \frac{3.05 \cdot 0.0686}{0.15} \cdot 100 = 139.48\%$$

$$\% \text{Reproducibilidad} = \frac{\sqrt{(2.70 \cdot 0.0245)^2 - \frac{(3.05 \cdot 0.0686)^2}{15 \cdot 3}}}{0.15} \cdot 100 = 38.89\%$$

$$\% R \& R = \sqrt{(139.48)^2 + (5.83)^2} = 144.80\%$$

RESULTADOS

Caso 1. El sistema de medición empleado resulto con un %R&R del 187.21%, por lo cual es ineficiente y debe mejorarse.

El porcentaje de Repetibilidad correspondiente a la variabilidad el dispositivo de medición, resulto del 162.56%, mientras que el porcentaje de Reproducibilidad relacionado con el método de medición empleado entre los diferentes operarios y/o el sistema de producción fue del 92.87%.

Caso 2. El sistema de medición empleado resulto con un %R&R del 144.80%, por lo cual también es ineficiente y debe mejorarse.

El porcentaje de Repetibilidad correspondiente a la variabilidad el dispositivo de medición, resulto del 139.48%, mientras que el porcentaje de Reproducibilidad relacionado

con el método de medición empleado entre los diferentes operarios y/o el sistema de producción fue del 38.89%.

[7] Juran. J.M, Gryna. F (1999), Analisis y Planeación de la Calidad, México D.F: McGraw Hill.

CONCLUSIONES

En general se obtuvieron los mismos resultados para ambos casos de estudio, el sistema de medición empleado es ineficiente y debe mejorarse de forma importante antes de pensar en implementar cualquier tipo de sistema de control de calidad.

Un mayor porcentaje de la variabilidad en las mediciones corresponden a la Repetibilidad, por lo cual se recomienda establecer programas de calibración y estandarización para los instrumentos de medición empleados en ambos casos.

En referencia al impacto de la variabilidad correspondiente a la reproducibilidad, se pudo observar que los operarios no mantienen el mismo método de medición, por lo cual se recomienda capacitar a los operarios en el uso adecuado de los instrumentos de medición siguiendo un método estandarizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Montgomery. D. (2004), Control Estadístico de la Calidad, México D.F: Limusa Editores.
- [2] De la Vega. L.A, Álvarez. P, Bernal. C. A, Díaz. I, Galindo. O. D, Gonzales. C. E, y Villegas. A (2010), Administración por calidad, Colombia: Alfaomega colombiana, universidad de la sabana.
- [3] Evans. J. R, Lindsay. W. M (2008), Administración y Control de la Calidad, México D.F: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- [4] Llamosa Luis Enrique, Meza-Contreras Luis G. (2007), Estudio de repetibilidad y reproducibilidad utilizando el método de promedios y rangos para el aseguramiento de la calidad de los resultados de calibración de acuerdo con la norma técnica NTC- ISO/IEC 17025. Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira, 13(35): 455-460.
- [5] Portuondo-Paisan, Yoel; Portuondo-Moret, Juan (2010), La repetibilidad y reproducibilidad en los procesos de medición. Tecnología Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 30(2): 117-121.
- [6] Jaramillo-Castro. L, Rosales Hernández. O (2007), Relación entre estudios de capacidad de proceso y estudios de repetibilidad y reproducibilidad, ConCiencia Tecnológica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, 33(Enero-Junio): 31-35.

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS PARA EL USO Y DESTINO DE LIRIO ACUÁTICO (*EICHHORNIA CRASSIPES*), EN EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN

Rigoberto Espino-Herrera¹, Adelaida Stephany Hernández-Valencia¹ Norma Valdovinos-Rivera¹, Jesús Santiago-Gregorio¹ y Adán Santaclara-Villanueva

¹**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico Superior Púrhepecha. Michoacán, México. Carretera Carapan-Uruapan Km 31.5 Cheran, Michoacán, México. C.P. 60280.

Autor de correspondencia: r_espino4@hotmail.com (Rigoberto Espino-Herrera)

Recibido: 24/agosto/2020

Aceptado: 10/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El lago de Pátzcuaro, está haciendo afectado seriamente por la invasión del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), que es una planta libre flotadora especie de la familia las Pontederiaceae, esta especie la cual absorbe una gran cantidad de agua ha logrado disminuir severamente los niveles de agua del lago, dificulta el tránsito de las embarcaciones hacia otras islas y tiene afectaciones considerables sobre la flora y fauna endémica, algunos estudios realizados en este lago, señalan que en menos de 30 años este cuerpo de agua pueda secarse si no se toman las medidas adecuadas de conservación y manejo del lirio acuático. El objetivo de la presente investigación busca implementar estrategias de uso en los sectores productivos, con la intención de reducir la invasión en los cuerpos hídricos del país, y con ello agregar un valor a esta planta, para ello se está desarrollando varias estrategias de transformación y manejo, y estudios físico-químicos de su composición, y a partir de conocer sus propiedades utilizarlo como un medio de sustrato, en este caso para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*), en la región Zamora, Michoacán, el cual viene a sustituir a la fibra de coco que hoy se utiliza con un alto costo.

Palabras clave: Estrategias, técnicas, lirio, lago Pátzcuaro, sustrato

IMPLEMENTATION OF STRATEGIES AND TECHNIQUES FOR THE USE AND DESTINATION OF WATER LILY (*EICHHORNIA CRASSIPES*), IN LAKE PATZCUARO, MICHOACAN**ABSTRACT**

Lake Pátzcuaro is being seriously affected by the invasion of the water lily (*Eichhornia crassipes*), which is a free floating plant species of the Pontederiaceae family, this species which absorbs a large amount of water has managed to severely decrease the levels of Lake water makes it difficult for boats to transit to other islands and has considerable effects on endemic flora and fauna. Some studies carried out in this lake indicate that in less than 30 years this body of water can dry up if the proper conservation and management measures for the water lily are not taken. The objective of this research seeks to implement strategies of use in the productive sectors, with the intention of reducing the invasion in the country's water bodies, and thereby adding value to this plant, for which various transformation strategies are being developed and management, and physicochemical studies of its composition, and from knowing its properties, use it as a substrate medium, in this case for the cultivation of blueberry (*Vaccinium corymbosum*), in the Zamora region, Michoacán, which comes to replace to the coconut fiber that today is used at a high cost.

Keywords: Strategies, Techniques, lily, Lake, Paztcuaro, substrate

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos precolombinos, el lago de Pátzcuaro representaba una de las zonas pesqueras dulceacuícolas más importantes del país (OrbeMendoza, Acevedo-García, y Lyons, 2002). En la década de los 80's, en el lago aumentó drásticamente el esfuerzo pesquero y el número de pescadores. Como consecuencia, la producción multiespecífica del lago alcanzó las 2,524 toneladas en 1988 (Orbe-Mendoza, Acevedo-García, y Lyons, 2002).

En el lago de Pátzcuaro, debido a sus características geográficas (un lago de intermontaña en una zona trópic), las condiciones se están dadas para que ambas coexistan. La carpa es la especie exótica que más se pesca en el lago, sin embargo, individuos de esta especie presentan un peso promedio de 200 g, por lo que su comercialización es difícil. En consecuencia, la pesca en el lago es una actividad secundaria enfocada principalmente en el autoconsumo (Vargas-Velázquez, 2011).

En algunos estudios se propone al lirio acuático como captador de metales en agua (Tiwari et al., 2007; Rai, 2009;

Valipour et al., 2010), por su crecimiento rápido y facilidad de recolección (Chigbo et al., 1982). Sin embargo, la fitorremediación con lirio acuático es una tecnología específica de sitio y no genérica (Lasat, 2002), porque depende del grado de contaminación, la disponibilidad del metal para su absorción por la planta y la interacción de la planta con su hábitat.

La zona sur es la región más somera (hasta 0.15 metros) y perturbada del lago, pues posee el asentamiento humano más importante de la cuenca (la ciudad de Pátzcuaro) y recibe tres descargas municipales que no cuentan con un tratamiento adecuado (Pátzcuaro, Janitzio y Erongarícuaro) (Chacón-Torres et al., 2004; Sánchez-Chávez et al., 2011).

El objetivo del presente estudio es implementar alguna estrategia, para uso y destino del lirio en el sector agrícolas, como se ha demostrado que cuenta con algunos nutrientes esenciales en las plantas, por ello se busca incorporarlo como una fuente de sustrato, iniciando en el cultivo de arándano para conocer los efectos hacia el desarrollo y crecimiento, así mismo buscar un proceso de molienda para triturarlo a un tamaño de < 2.0 mm, el cual será destino para la industria como un adsorbente de metales y químicos peligrosos y altamente tóxicos., realizar análisis físicos-químicos y biológicos del mismo material, así como realizar curvas de liberación de agua mediante el método Wood, para determinar los niveles de O₂, retención y porosidad, propiedades importantes de un buen sustrato.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en el lago de Pátzcuaro (Figura 1), el cual es el lugar de México con mayor tradición de cultura purépecha, se ubica a 4.0 km del centro de la población, en el estado de Michoacán, se localiza en el paralelo 19° 30' de latitud N y al oeste del meridiano 101° 30', a una altitud de 2,035 m.s.n.m., esta cuenca cuenta con una profundidad de 8 m y la máxima de 50 m, el cual tiene un tipo de agua de dulce, su principal afluente de alimentación de agua son las lluvias, la evaporación y la filtración.

Pátzcuaro: área 9000 ha.; vol. 500x106 m³; profundidad. Máxima. 12.3 m, profundidad media 4.9 m; conductividad 800 µmhos/cm; temperatura. 15-25°C; pH=8.9-9.1; O₂=4-7.3 mg/l; alcalinidad de 10 meq/l; dureza de 125 a 187 mg/l; visibilidad 0.2 a 0.5 m; eutroficado. Por tratarse de una cuenca endorreica el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior; las pérdidas de agua son debidas a la evaporación, transpiración de las plantas y a las extracciones



Figura 1. Mapa de la zona lacustre y alrededores del lago de Pátzcuaro.

Fuente: www.patzcuaro.com

Recolección de plantas

La extracción de muestras se determinaron por la facilidad de recolectar en este caso se eligió la zona del embarcadero el cual se localiza en la parte Sur es la región más somera (hasta 0.15 metros) y perturbada del lago, pues posee el asentamiento humano más importante de la cuenca (la ciudad de Pátzcuaro) y recibe tres descargas municipales que no cuentan con un tratamiento adecuado (Pátzcuaro, Janitzio y Erongarícuaro) (Chacón-Torres et al., 2004; Sánchez-Chávez et al., 2011) (Figura 2). En esta zona, las actividades humanas son muy frecuentes, sobre todo las turísticas en la isla de Janitzio.



Figura 2. Área de recolección

El combustible de las embarcaciones y la resuspensión de sedimento a causa de los motores son factores que alteran la calidad del agua en esta zona somera (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2007).

El muestreo se realizó en Febrero de 2020, cuando las lluvias no han diluido la concentración de los metales, esto se hizo considerando 80 kg de lirio en estado fresco, las muestras se conforman con plantas de diferente tamaño o peso y por tanto las variaciones debidas a la morfología de la planta se incorporan en una sola muestra no afectando así las comparaciones, esto se realizó con una maya metálica, para eliminar el exceso de agua y después colocarlo en arpillas plásticas, para poderlo trasladar al área de manejo y deshidratación, para posteriormente realizarle un análisis correspondiente al estudio del presente.

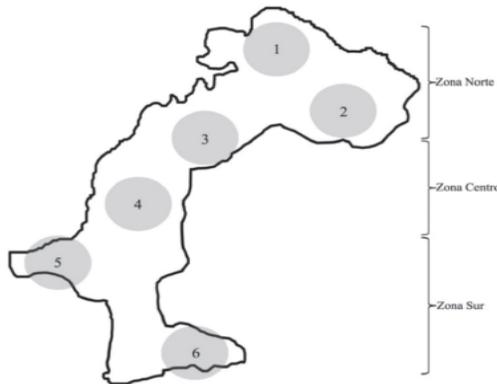


Figura 3. Localización de las seis zonas y su clasificación en tres áreas: norte, centro y sur. 1: San Jerónimo; 2: Tzintzuntzan; 3: Cuello; 4: Pacanda; 5: Napízaro; 6: Embarcadero.

Deshidratado y desinfectado

Las plantas recolectadas de cada sitio se lavaron alternadamente entre agua destilada y agua acidulada (H₂SO₄ al 10 %) para eliminar todos los metales adheridos a la planta. La muestra es colocada en una malla de material inoxidable de una medida 16x19mm entre cuadro, la cual se encuentra suspendida a 80cm del suelo en una cama, esto para evitar que haga contacto con el suelo y se crean hongos y después es conservada a una temperatura de 25°C, esto se realiza por un periodo de 8 días, bajo las mismas condiciones antes mencionadas, la muestra debe estar distribuida en lo ancho y largo de la cama, después es tratada con una solución de Metan sodio 42 % SA., a una concentración de 1cc por litro de agua, esto se debe aplicar cuando la muestra alcance a eliminar un 80 % de la humedad inicial, se coloca en capas: 0.5L/10 m² en 20L de agua. Sobre una superficie de concreto o plástico, coloque una capa de 10 cm de altura y asperje sobre el sustrato (lirio). Coloque otra capa igual y repita el tratamiento. En cada operación en cada capa. La última capa debe ser regada y cubierta con un plástico por 72 horas.

Se puede utilizar una revoladora de cemento: 0.5 L/m³. Agregue Metan Sodio, al sustrato y mezcle adecuadamente en una mezcladora de cemento. Después de tratado el sustrato, apílelo y aplique agua para sellar y cúbralo con plástico por 72 horas.

Molienda

Al momento que la muestra haya perdido en un 90 % la humedad se seleccionaron las plantas y separaron (raíces y rizomas) y en estructura aérea (tallo reducido, peciolo, hojas y meristemos primarios); una vez desinfectada se procede a triturarla apoyándose con cortador de múltiples funciones tipo tambor en espiral, 3 cuchillas de acero inoxidable cilíndricas intercambiables diferentes son ideales para cortadores de vegetales, esto por el tamaño de la muestra y por las características milimétricas en que corta cada partícula tamaño > (200 mm).

Determinación de Porosidad

Una cantidad de 16 litros de sustrato (lirio triturado), se coloca en un bote, este debe estar perforado en la parte del piso en un diámetro de ¼ pulgada, después se adapta una manguera del mismo diámetro sellar con silicón frío, la capacidad de este contenedor debe tener 20 litros, aproximadamente a una altura de 30cm., como se observa en la Figura 4. Se va agregando agua hasta llegar al nivel del sustrato y medir el volumen de agua., para tener un diagnóstico más acertado de los niveles de O₂., donde entran 8 litros de agua.

$$\% \text{ Porosidad} = \frac{100}{16} \times 8$$

$$\% \text{ Porosidad} = 50$$

El espacio poroso es el volumen total del medio no ocupado por partículas orgánicas no minerales, su óptimo se sitúa por encima de un 85 % del volumen del sustrato. El total de poros existentes en un sustrato se reparte entre “poros capilares” de pequeño tamaño, que son los que retienen el agua, y “poros no capilares” o “macroporos”, de mayor tamaño, que son los que se vacían después que el sustrato ha drenado, permitiendo así la aireación.

EJEMPLO 1A: TEZONTLE
 Entran 8 L de agua
 16L : 100% :: 8L : X
 X = (100 x 8)/16 = 50%
 Porosidad = 50 %
 Drenan 2 litros en ½ hora
 16L : 100 :: 2L : X
 X = (100 x 2)/16 = 12.5%
 Oxígeno = 12.5 %
 Quedan 6L en ½ hora
 X = (100 x 6)/16 = 37.5%
 Retención = 37.5%

DIAGNÓSTICO: Aunque tiene buena retención es demasiado fino y dará problemas de oxigenación para la raíz.

SOLUCIONES: Cambiar por partículas más grandes, cribar lo fino, aumentar profundidad, cambiar de sustrato.

Figura 4. Determinación de propiedades físicas en Tezontle

Determinación de O₂

Conociendo la cantidad de agua que entro en los macro poros del sustrato, se deja filtrar por un tiempo de 30 minutos, y en una probeta se mide el volumen de agua filtrada y se realiza la siguiente operación, para conocer el nivel de O₂ en nuestro sustrato.

$$\% \text{ Oxígeno} = \frac{100}{16} \times 2$$

$$\% \text{ Oxígeno} = 12.5 \%$$

La capacidad de aireación se define como la proporción del volumen del medio de cultivo que contiene aire después que dicho medio ha sido saturado con agua y dejarlo drenar, usualmente a 10 cm de tensión. El nivel óptimo de la capacidad de aireación oscila entre un 20 y un 30 % en volumen. Las raíces requieren oxígeno para mantener su actividad metabólica y su crecimiento. Si la textura o la estructura del sustrato son tales que más mayoría de los poros permanecen llenos de aguas después del riego, provocaran inhibición del crecimiento y a veces, el marchitamiento de la planta. La distribución de del tamaño de los poros es el factor clave en el estado hídrico y área de los sustratos.

Determinación de Retención

Para determinar el % de retención del sustrato se procede a calcular el siguiente paso, es decir tenemos que ingresaron 8 litros y drenaron 2 litros de H₂O esto significa que hubo una retención de 6 litros que se quedaron en el sustrato, y para conocer cuál es el nivel de retención se emplea la siguiente operación.

$$\% \text{ Retención} = \frac{100}{16} \times 6$$

$$\% \text{ Retención} = 37.5 \%$$

La retención está relacionada al agua fácilmente disponible, es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato, después de haber sido saturado y dejarlo drenar a 10cm de tensión matrica, y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de c.a. el valor optimo del agua fácilmente aprovechable disponible oscila entre un 20 y un 30 % del volumen. Un sustrato puede tener una baja capacidad de retención de agua fácilmente disponible por lo siguiente:

1. Su porosidad total es reducida
2. Los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad
3. Los poros son muy pequeños y la planta es incapaz de extraer una parte importante del agua antes de marchitarse.
4. Una combinación se las situaciones anteriores.

Diagnóstico: según los niveles obtenidos para el sustrato a base de lirio son considerados, como viables para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porosidad

Con respecto a la porosidad de cada sustrato se encontró que existe una mayor porosidad para el sustrato de fibra de coco con un 87.5 % el cual representa una alto índice de gránulos mayores a los 5 mm, según señalan algunos autores, así mismo para el caso del lirio que esta nuestra propuesta en esta investigación se destacó como el tercer de los 5 sustratos con un 65.6 % de porosidad el cual resulta ser alto, lo que se traduce en una taza alta de oxígeno, es por ello que se recomienda realizar más pruebas con otros sustratos orgánicos de partículas más pequeñas, y con ellos resolver esta propiedad. Las características físicas del sustrato también varían por la incorporación de lombricompuesto, como reportaron Melgar-Ramirez y Pascual-Alex (2010) quienes, al comparar mezclas con proporciones crecientes de lombricompuesto observaron un aumento de la densidad aparente y una disminución de la porosidad total.

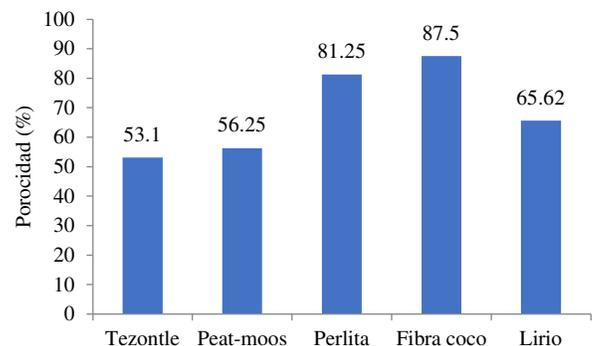


Figura 5. Porcentaje de porosidad de 5 sustratos, mediante curvas de liberación de agua

Oxígeno

Para el caso de la determinación del oxígeno presente en los 5 sustratos analizados, se puede concluir que la fibra de coco fue el que presento un mayor índice de oxígeno lo que representa un mayor crecimiento radical, sin embargo está arriba de los parámetros óptimos que señalan algunos autores, es por ello por lo que se recomienda hacer algunas mezclas con otros sustratos con partículas más pequeñas para cerrar los macroporos y reducir el nivel de O₂.

Handreck (1993) y Meerow (1994) mencionan que cuando mezclaron polvo de coco con arena en relación 1:1 v/v, se mejoró la humectabilidad en 33 %. García et al. (2001) reportan que con la utilización de polvo de coco, solo o en mezcla con otros materiales, se alcanzan retenciones de humedad superiores a 58 %. En especies ornamentales, Awang y Razi (1997) encontraron que el contenido de humedad del sustrato se incrementaba a medida que aumentaban las proporciones de fibra de coco.

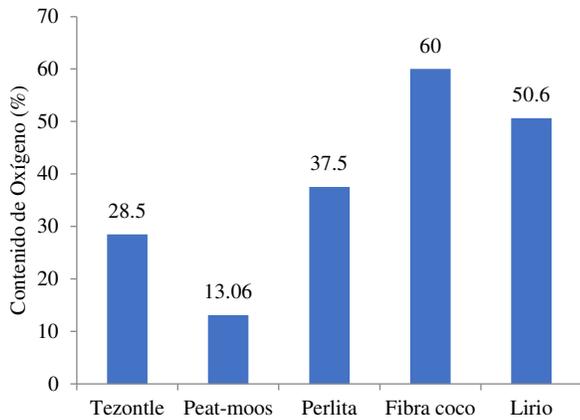


Figura 6. Porcentaje de contenido de oxígeno en 5 sustratos, mediante curvas de liberación de agua

Retención

En la determinación de la retención respresenta una propiedad muy importante al momento de producir, y un ahorro en el consumo de agua mas nutrientes es por ello que siempre se debe de analizar esta propiedad de cada sustrato que se utilice ademas esta relacionado a los tiempos de riego y volumen de agua, así mismo para nuestro caso el sustrato con mayor retension lo tiene el peat-moos con un 43.3 % lo que representa una alta retension, así mismo se debe de revizar los optimos para no generar condiciones adversar en la generacion de hongos que causen enfermedades sobre todo de raiz, así mismo el lirio solo alcanzo un 15.0 % de retension el cual en relacion a los demas sustratos se considera bajo, esto se debe a la forma de triturar el material el cual se requiere una criba mas fina, para que las particulas logren un tamaño de < 2.00 mm y ,con ellos reducir los macroporos del sustrato favoreciendo la retención, como segunda recomendación como esta en la figura 3, hacer la mezcla con otros sustratos más finos de preferencia que sean de origen orgánicos.

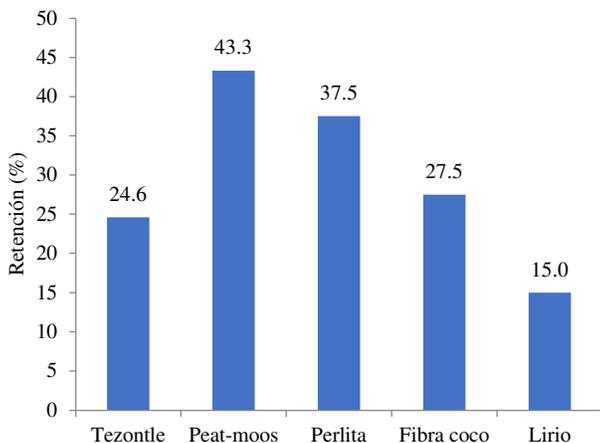


Figura 7. Pociento de retencion de 5 sustatros, mediante curva de liberacion de agua

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos y la comparación de pruebas con otros sustratos se concluye definitivamente es posible obtener un buen sustrato orgánico de origen, a bajo costo de obtención y además de fácil adquisición, esto a su vez a las propiedades que fueron analizadas a partir del uso del lirio acuático, y sobre las características que representa.

Con base a la información encontrada en referencias bibliográficas, al utilizar el lirio como sustrato y considerando las pruebas químico-biológicas, se observó que además de ser un material con buena retención también tiende aportar minerales esenciales en las plantas, mismos que representan un menor costo hacia el suministro y en los fertilizantes. Observándose que sería sustancialmente mejorado, asegurando que es factible para el uso como sustrato en la agricultura.

En dado caso que los productores se atrean a utilizar este material como un sustrato en sus parcelas de producción, se va a reducir considerablemente la áreas de invasión en cuerpos de agua que actualmente se encuentran invadidas por esta maleza, es por ello que se debe seguir investigando más acerca de esta planta acuática y coadyuvar en el problema de control y manejo. Los resultados encontrados evidencian la necesidad de seleccionar un sustrato o mezcla de sustratos adecuados para obtener el máximo crecimiento de plantas.

López et al., 2005, encontraron en su trabajo de investigación con 3 sustratos plantas de fresa. Que la mezcla G3C1 (75 % tezontle y 25 % fibra de coco, v/v) fue la que produjo los mejores resultados en los dos genotipos estudiados. En algunas variables la vermiculita (V) tuvo resultados similares estadísticamente a la mezcla G3C1; sin embargo, es más económica la mezcla de tezontle y fibra de coco que el sustrato comercial vermiculita.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Awang Y, I M Razi (1997) The growth and flowering of some annual ornamental on coconut dust. Acta Hort. 450:31-37.
- [2] Cristóbal Carrión¹, Claudia Ponce de León¹, Silke Cram², Irene Sommer², Manuel Hernández¹, Cecilia Vanegas¹. (Septiembre, 2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. 18 de Febrero de 2020, de Agrociencia vol.46 no.6 México ago./sep. 2012. ISSN: 1405-3195 Disponible en Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&p_id=S1405-31952012000600007
- [3] *Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro: aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable: volumen II* / Rubén Huerto Delgadillo y Sergio Vargas Velázquez, editores -- Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del

- Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ©2014. 204 p. ISBN: 978-607-7563-87-7
- [4] García O C, G Alcántar G, R I Cabrera, F Gavi R, V Volke H (2001) Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra* 19 (3):249–258.
- [5] Favela, E., (2011), Propuesta de nuevos horizontes alrededor del lirio acuático, 27 de Febrero 2019, Disponible en el sitio web. www.izt.uam.mx/.../10_2Favela_Liriasa%20Propuesta%20de%20nuevos
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía., 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. México en Cifras. Información Nacional, por entidad federativa y municipios. Tomado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>
- [7] Luis Zambrano, Fernando Córdova-Tapia, Rodrigo Pacheco-Muñoz y Karen Levy Gálvez. (2015). La comunidad de peces del lago de Pátzcuaro. 18 de Febrero de 2020, de Instituto de Biología, UNAM. ISBN: 978-607-7563-87-7. DOI: 10.13140/RG.2.1.2570.4487 Disponible en Sitio web: <https://www.researchgate.net/publication/274639266>
- [8] López-Pérez, Luis; Cárdenas-Navarro, Raúl; Lobit, Philippe; Martínez-Castro, Omar; EscalanteLinares, Omar Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 28, núm. 2, abril-junio, 2005, pp. 171-174 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. ISSN: 0187-7380 [Consultado 2020 agosto 19] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028211>
- [9] Meerow A W (1994) Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. *HortScience* 29: 1484–1486.
- [10] Melgar-Ramírez, R., y M.I. Pascual-Alex. 2010. Characterization and use of a vegetable waste vermicompost as an alternative component in substrates for horticultural seedbeds. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(4):1174-1182.
- [11] Vander Zanden, M.K., Chandra, S., Allen B. C., Reuter, J. E., y Goldman, C. R., 2003. Historical Food Web Structure and Restoration of Native Aquatic Communities in the Lake Tahoe (California-Nevada) Basin. *Ecosystems*, 6 (3), 274-288. DOI: 10.1007/s10021-002- 0204-7.
- [12] Zambrano, L., Valiente., y Jake Vander Zanden, M., 2010 a. Stable isotope variation of a highly heterogeneous shallow freshwater system. *Hidrobiología*, 646 (1), 327-336. DOI: 10.1007/s10750-010-0182-2.
- [13] Zambrano, L., Valiente., y Jake Vander Zanden, M., 2010b. Food Web Overlap Among Native Axolotl (*Ambystoma mexicanum*) and two exotic fishes: carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Xochimilco, México City. *Biological Invasions*, 12(9), 3061-3069: DOI: 10.1007/s10530-010-9697-8.

ESTABLECIMIENTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE *Ganoderma lucidum* P. Karst. CON FINES MEDICINALES

Claudia López-Sánchez¹, Eduardo Juárez-Ramos¹, Bernardino Leonardo León-Enríquez², Emilene Reyes-Rodríguez³, Felipe de Jesús Palma-Cruz³

¹**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030.

²**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Departamento de Ingenierías. Exhacienda de Nazareno, Xoxocotlán Oaxaca, C.P. 62680.

³**Tecnológico Nacional de México.** Instituto Tecnológico de Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e investigación. Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030.

Autor de correspondencia: claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx; claudina1963@gmail.com (Claudia López-Sánchez)

Recibido: 24/agosto/2020

Aceptado: 10/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Ganoderma lucidum conocido como Reishi, ha sido el hongo medicinal más importante en China durante miles de años. El objetivo de la investigación fue estandarizar las condiciones de los sistemas de producción de este hongo. Se evaluaron medios de cultivo para la propagación micelial del hongo, se encontró que los tratamientos Harina de trigo agar e Infusión de papa Agar fueron en los que permitieron un crecimiento óptimo ($\alpha=0.05$, $m= 2.2$ cm/día). Para la propagación en biocilindros se usó el micelio secundario en encino blanco y pino, de 3 cm de longitud y 0.95 cm de diámetro, el mejor tratamiento fue el de encino blanco. El tratamiento en troncos de capulín, biocilindros de 25 cm de longitud no esterilizados tuvo 64 % de invasión micelial a diferencia de los de encino chaparro negro, 20 cm de longitud y estéril, tuvo 60 % de invasión micelial. Para el sistema de producción en bolsas, se evaluaron 12 tratamientos con los siguientes factores: diferentes sustratos; bagazo de maguey, paja de trigo, viruta de encino chaparro negro, bolsa de manta y de plástico, sembrada en capas, cuatro taquetes/capa. Se observó que los tratamientos 12 (paja al 100% en bolsa de manta) y 6 (bagazo de maguey y de viruta de encino 1:1) con valores de 80 % y 72 % resultaron ser los mejores en el desarrollo micelial.

Palabras clave: Reishi, biocilindros, hongo medicinal, nutraceutico

ESTABLISHMENT OF TWO *Ganoderma lucidum* P. Karst. PRODUCTION SYSTEMS FOR MEDICINAL PURPOSES

ABSTRACT

Ganoderma lucidum known as Reishi, has been the most important medicinal mushroom in China for thousands of years. The objective of the research was to standardize the conditions of the production systems of this fungus. Culture media were evaluated for the mycelial propagation of the fungus, it was found that the treatments Wheat flour agar and Infusion of potato Agar were those that presented optimal growth ($\alpha = 0.05$, $m = 2.2$ cm / day). For propagation in biocylinders, the secondary mycelium was used in white oak and pine, 3 cm in length and 0.95 cm in diameter, the best treatment was that of white oak. In addition, 12 treatments were established with the following factors: oak, pine and capulin species, lengths 10, 20 and 25 cm and sterilization technique. The treatment in capulin trunks, non-sterilized 25 cm long biocylinders had 64% of mycelial invasion, unlike those of short, 20 cm long, sterile oak, which had 60% of mycelial invasion. For the bag production system, 12 treatments were evaluated with the following factors: different substrates; maguey bagasse, wheat straw, holm oak shavings, blanket, and plastic bag, seeded in layers, four dowels/layer. It was observed that treatments 12 (100% straw in a blanket bag) and 6 (maguey bagasse and 1:1 oak chip) with values of 80% and 72% were the best in mycelial development.

Keywords: Reishi, biocylinders, medicinal mushroom, nutraceutic.

INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos que se encuentran en todos los biomas y sobre los más variados sustratos (Tello, 2010). Dentro de los hongos medicinales se encuentra, *Ganoderma lucidum* o Reishi ocupa los primeros lugares como hongo medicinal en China. México es uno de los principales productores de hongos comestibles de Latinoamérica, los

hongos comestibles que se cultivan comercialmente son; Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Ganoderma y Grifola. Las setas comestibles son conocidas por su alto valor proteico, su considerable concentración de vitaminas, minerales, fibra dietaria, bajos niveles de sodio y grasas insaturadas. Esto las convierte en un excelente nutraceutico ya que sus propiedades medicinales están directamente relacionadas con los compuestos que presentan acciones biológicas con

potencial terapéutico. Dichos compuestos se pueden aislar tanto del micelio como del carpóforo y del medio de cultivo agotado. Dentro de estos se encuentran β -glucanos, enzimas, policétidos, ácidos grasos, polifenoles, flavonoides y terpenoides, entre otros (Suárez y Nieto, 2013). La importancia ecológica y económica de la producción de hongos radica en el aprovechamiento de residuos agroindustriales. (Martínez- Carrera, *et al.*, 2010), optimizando y mejorando las diferentes etapas empleadas en su proceso de producción.

Ozcariz-Fermoselle *et al.*, 2018 emplearon residuos agroindustriales de *Carya illinoensis* para cultivo de *Ganoderma lucidum* se emplearon residuos de cultivo de nuez en tres categorías: (i) cáscaras (PS), (ii) pericarpio (PP) y (iii) ramas (PB), empleando como regulador de pH el CaCO_3 al 1%. Encontrando la viruta de madera de nuez (PB100), con 55,42% BE, emerge como uno de los mejores sustratos sólidos para el cultivo de *G. lucidum*. Ávila y Yáñez, 2020 analizaron y compararon la velocidad de crecimiento micelial de *Ganoderma lucidum* en tres sustratos de tipo agroindustrial: aserrín de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bagazo de caña (*Saccharum officinale*) y cacao molido (*Theobroma cacao*); encontrando que el mejor sustrato fue el bagazo de caña ($F= 52,7$; $gl= 2/54$; $p=0,00$), dicho sustrato presentó 33,3 % de celulosa y 17,3 % de lignina compuestos necesarios para su crecimiento. Los hongos de pudrición blanca son considerados como agentes primarios de descomposición de compuestos lignocelulósicos porque son capaces de utilizar los desechos agrícolas en su forma original sin que hayan sido sujetos previamente a algún proceso de degradación bioquímico o microbiológico (Martínez *et al.*, 2015). Este hongo presenta demanda y existe poca información sobre los sistemas de cultivo, es importante generar información precisa sobre un sistema que brinde las condiciones óptimas para la producción de *Ganoderma lucidum* K. por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue “Estandarizar las condiciones de los sistemas de producción *Ganoderma lucidum* con fines medicinales en Oaxaca”.

MATERIAL Y MÉTODOS

El establecimiento de los sistemas de producción de *Ganoderma* se llevó a cabo mediante dos etapas; la primera etapa fue la producción y propagación de micelio, iniciando con la propagación micelial en medios de cultivo seguido de la propagación de micelio a taquetes de madera encino blanco y pino, la segunda etapa consistió en la inoculación del hongo a sustratos; en dos diferentes sistemas de producción en bolsas y troncos. Los experimentos fueron realizados bajo un diseño experimental completamente al azar (DCA).

El estudio se desarrolló en Santa Cruz Xoxocotlán se ubica entre los paralelos $16^{\circ}57'$ y $17^{\circ}04'$ de latitud norte; los meridianos $96^{\circ}42'$ y $96^{\circ}49'$ de longitud oeste; altitud entre 1 500 y 2 000 msnm.

Aislamiento y activación micelial

La obtención de la cepa del hongo fue aislada de un árbol del género *Ficus*, usando la técnica descrita por Gaitán-Hernández *et al.* (2006), se realizó la propagación de micelio de la cepa madre a micelio primario en cajas Petri con medio de cultivo Agar de Dextrosa y Papa (PDA), incubando a una temperatura de 28°C .

Primera etapa: producción de micelio

En esta etapa se realizaron dos experimentos: propagación micelial en seis medios de cultivo (Tabla 1) y propagación micelial en dos especies de taquetes.

El medio de cultivo se esterilizó a 121°C por 45 minutos cada caja Petri contenía 20 mL de cada medio. Inoculando con 1 cm^2 de micelio primario. Se incubaron a 28°C temperatura ambiente, en obscuridad, realizando la cinética de crecimiento radial cada 24 h por 7 días.

Tabla 1. Composición de los medios de cultivo.

Tratamiento	Composición (g)
PSA	200 de papa
	20 de sacarosa
	20 de agar bacteriológico
PMA	200 infusión de papa morada
	20 dextrosa
	20 agar bacteriológico
EMA	33.6 de extracto de malta comercial
HTIA	20 de harina de trigo integral
	20 de dextrosa
	20 de agar bacteriológico
ZDA	200 de zanahoria
	20 de dextrosa
	20 de agar bacteriológico
PBDA	200 de papa blanca encerada
	20 de dextrosa
	20 de agar bacteriológico

Micelio secundario

A partir del mejor medio obtenido del apartado anterior se inocularon frascos de trigo (50g) con media caja Petri con micelio primario.

Obtención de biocilindros

La siembra en biocilindros consistió en pasar el micelio secundario a taquetes, para ello se cortaron los biocilindros de encino blanco (TEB) y pino (TP), de 3 cm de longitud y 0.95 cm de diámetro. Dentro de tratamientos las unidades experimentales fueron inoculadas con 36 gr de trigo invadido, en frascos con 150gr de taquetes.

Segunda etapa: siembra en sustrato y en troncos

Se realizó el corte de los troncos, tres días antes de la inoculación, empleando: tres especies, encino, pino, y capulín. Por cada especie se esterizaron 5 trocos a 121°C por 50 minutos y 5 sin esterilizar, posteriormente se hicieron

perforaciones, de profundidad de 3 cm y 0.95 cm de diámetro en forma lineal de tal manera que cada tronco tuviera 9 perforaciones para poder ser inoculado con el taquete invadido de micelio.

Realizando los arreglos factoriales correspondientes se obtuvieron los siguientes tratamientos (Tabla 2) realizando 5 repeticiones por tratamiento.

Tabla 2. Tratamientos de sistema en troncos naturales.

Tratamiento	Especie de tronco	Longitud (cm)	Esterilización
T1	Encino Chaparro Negro	25	Si
T2	Encino Chaparro Negro	20	No
T3	Encino Chaparro Negro	20	Si
T4	Encino Chaparro Negro	20	No
T5	Pino	25	Si
T6	Pino	25	No
T7	Pino	20	Si
T8	Pino	20	No
T9	Capulín	25	Si
T10	Capulín	25	No
T11	Capulín	20	Si
T12	Capulín	20	No

El sistema de producción en bolsas se realizó en bolsas de plástico y manta de 2 kg. de capacidad, con tres sustratos diferentes: bagazo de maguey, paja de trigo y viruta de encino. Se inocularon 12 biocilindros por bolsa. Empleando como sustratos: a) viruta de encino chaparro negro (VECN); se elaboró labrando la madera con cepillo manual de madera de 1 cm a 2 cm de grosor; b) bagazo de maguey (BME) (Espadín) obtenido del palenque ubicado en San Martín Lachila, Ejutla de Crespo Oaxaca. c) paja de trigo (PT) de Nochixtlán, Oaxaca. Se remojaron en agua por 24h para obtener una humedad relativa del 80 %. La técnica utilizada fue en capas, con un total de tres capas. Realizando los arreglos factoriales correspondientes se obtuvieron los tratamientos que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Diseño experimental del sistema de producción en bolsas.

Tratamiento	Sustrato	Tipo de bolsa	Proporción
T1	PT/VECN	Manta	(1:1)
T2	BME/PT	Manta	(1:1)
T3	PT/VECN	Plástico	(1:1)
T4	BME/VECN	Plástico	(1:1)
T5	VECN	Plástico	---
T6	BME/VECN	Manta	(1:1)
T7	PT	Plástico	---
T8	VECN	Manta	---
T9	BME/PT	Plástico	(1:1)
T10	BME	Plástico	---
T11	BME	Manta	---
T12	PT	Manta	---

Se realizaron 5 repeticiones por tratamiento dando un total de 60 unidades experimentales, la variable de respuesta fue el tiempo crecimiento del micelio Zona periférica expresado en mm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en diferentes medios de cultivo

En la Figura 1. Se muestran los resultados obtenidos para crecimiento micelial en cm/día, con respecto a los diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento del micelio. En los medios HTIA y PMA se aprecia un desarrollo más acelerado con una tasa específica de crecimiento micelial (TECM) de 2.2 mm/día y 1.2 mm/día respectivamente, en comparación del medio EMA y PSA que presentaron un crecimiento más tardío y lento.

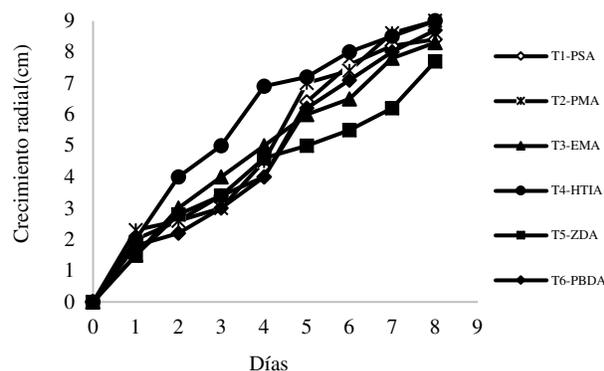


Figura 1. Cinética de crecimiento micelial de *Ganoderma lucidum* en diferentes medios de cultivo.

El análisis estadístico con base en la prueba de Tukey los tratamientos 4 (HTIA) y 2 (PMA) fueron los mejores presentando un crecimiento micelial más rápido con un alfa ($\alpha=0.05$), mientras los tratamientos T1 (PSA) y T3 (EMA) presentaron un crecimiento muy lento en comparación con T4 y T2. Lo que implica que el medio de cultivo preparado base de **harina de trigo integral**, al provenir de la molienda del grano de trigo entero, conserva las tres partes del grano de trigo y por tanto todos sus micronutrientes (vitaminas de grupo B, vitamina E, hierro, zinc, magnesio y antioxidantes), lo que le proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento de *Ganoderma lucidum*. Lo que difiere con lo encontrado por Domínguez (2012), quien bajo su estudio encontró como óptimo el EMA. El uso de medios de cultivo adicionados con vitaminas como la tiamina, y peptona como fuente de Nitrogeno, proporcionan al medio los requerimientos necesarios para aumentar la velocidad de crecimiento del hongo *Ganoderma lucidum* (Torres *et al.*, 2011).

Obtención de biocilindros

La cinética de crecimiento en taquetes tuvo una duración de 13 días, encontrando que si existe diferencia significativa en el crecimiento micelial (Figura 2).

Sistema de producción en troncos

El crecimiento micelial se tomó en porcentaje en relación al número de meses que estuvo en incubación (Figura 3). Con base a la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) podemos observar que el T10 obtuvo un Como se puede observar en la figura anterior el crecimiento fue mejor en el TEB, mostrando un porcentaje

de crecimiento altamente significativo en comparación con el TP (Biocilindros de pino).

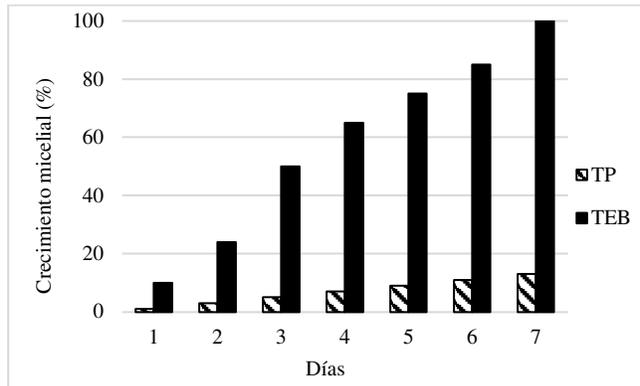


Figura 2. Crecimiento micelial de *Ganoderma lucidum* en dos tipos de taquetes. TEB = biocilindros de encino blanco, TP = biocilindros de pino.

porcentaje de invasión micelial del 64 % y T3 con 60 %, dichos experimentos fueron los mejores en cuanto al porcentaje de invasión presente hasta el octavo mes de inoculación, siendo los más tardados en invasión micelial el T8 con el 6% y T6 con 7%, esto es debido a que el pino tiene resina que no permite el crecimiento de microorganismos, este resultado de menor crecimiento micelial se observa solo en troncos de pino no estériles, y los estériles si presentan un crecimiento poco observables debido a que la esterilización rompe algunas las cadenas de fenoles presentes en el pino y permite así el crecimiento. La misma afirmación se realiza con respecto a lo mencionado con Chen (2005) que menciona que reishi se desarrolla en maderas duras y de hoja ancha. Se desarrolló mejor el micelio en troncos de encino y de capulín.

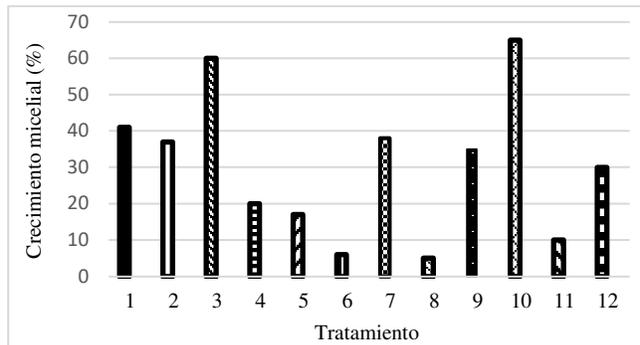


Figura 3. Porcentaje de crecimiento micelial del *Ganoderma lucidum* en troncos pino, encino y capulín.

Sistema de producción en bolsas

Las bolsas se incubaron por 50 días, encontrando que los mejores tratamientos fueron el T6 y T12 (Figura 4).

Con respecto al análisis de Tukey ($\alpha=0.05$) se observó que los tratamientos T12 y T6 obtuvieron valores de con 80 % y 72 % respectivamente resultando ser los mejores respecto al desarrollo micelial de *G. lucidum*, siendo que los que presentaron un crecimiento nulo de micelio T11 y T10.

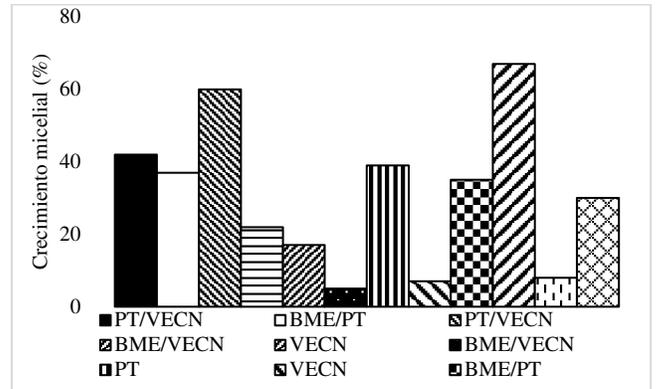


Figura 4. Grafica de crecimiento micelial de *Ganoderma lucidum* en sustratos de bagazo de maguey, viruta de encino y paja de trigo.

Esto se debió a la concentración de azúcares presentes en el bagazo de maguey, la cual no permitió el crecimiento de micelio, este tratamiento difirió al mencionado por Perumal (2009), el cual utilizo Bagazo de caña de azúcar, debidamente suplementada, lo que le proporciono una mayor velocidad de propagación, sin embargo, en este trabajo no se realizó ningún tipo de suplementación en los diversos tratamientos.

CONCLUSIONES

Para desarrollo micelial óptimo de *Ganoderma lucidum* fue en T4 (HITA) preparado con 5 gr de harina integral marca Xilou All Natural, 5 gr de dextrosa y 5 gr de agar bacteriológico.

Para la propagación de micelio terciario se observa que el mejor tratamiento utilizado en cuanto al tiempo de invasión micelial es usar biocilindros de encino blanco.

Para el tiempo en invasión micelial en troncos, el mejor el tratamiento es T10 (los troncos de capulín de longitud de 25 cm no esterilizados) con 64 % de colonización y T3 (troncos de encino chaparro negro con longitud de 20 cm estéril) con 60%.

Del sistema en bolsas se concluye que el T12 (paja al 100% en bolsa de manta) y T6 (50% bagazo de maguey y 50 % de viruta de encino) con valores de 80 % y 72 % resultaron ser estadística y numéricamente los mejores.

Para la producción de *Ganoderma lucidum* K. es mejor utilizar el sistema en bolsas, debido a que el tiempo que tarda para la producción es menor respecto al sistema en troncos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila, L. A. y Yáñez, M.P. 2020. Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos. Ciencia Digital. 4(3): 210-228.

- Chen, W. A. 2005. Manual del cultivador de hongos, hongos alrededor del mundo. Copyright by mushword All rights reserved.
- Domínguez, L. D. R. 2012. Obtención de cepas silvestres de *Ganoderma lucidum* y la caracterización de una para la cuantificación de exopolisacaridos en cultivo de células en suspensión. Tesis, para la obtención del grado en licenciatura en biología, Zapopan Jalisco.
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez, M.R. y mata, G. 2006. Manual práctico del cultivo de setas. Aislamiento siembra y producción. Instituto de ecología A.C. Xalapa, Veracruz.
- Martínez, D.A., Buglione, M.B., Filippi, M.V., Reynoso, L.C., Rodríguez, G.E. y Agüero, M.S. 2015. Evaluación del crecimiento micelial de *Pleurotus ostreatus* y *Agrocybe aegerita* sobre orujos de pera. Anales de Biología 37: 1-10.
- Martínez-Carrera, D. Curvetto, N., Sobal, M., Morales, P. y Mora, V. M. 2010. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNSCONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla. 648pp.
- Ozcariz-Fermoselle, M.V., Fraile-Fabero, R., Gírbés-Juan, T., Arce-Cervantes, O., Oria de Rueda-Salgueiro, J.A. y Marisa, A.A. 2018. Use of lignocellulosic wastes of pecan (*Carya illinoensis*) in the cultivation of *Ganoderma lucidum*. Rev Iberoam Micol. 35(2):103–109.
- Perumal, K. 2009. Indigenous technology on organic cultivation of Reishi. AMM Murugappa Chettiar Research Centre. 1–12.
- Suárez, A. C. y Nieto, I. J. 2013. Cultivo biotecnológico de macrohongos comestibles: una alternativa en la obtención de nutraceuticos. Rev. Iberoam Micol. 30(1):1–8.
- Tello, S. I. 2010. Diversidad de los recursos genéticos mexicanos de hongo funcional *Ganoderma* (Fungi, Ganodermataceae), conocido como Reishi en los mercados internacionales, y su relevancia para el desarrollo regional. Tesis que presenta como requisito para obtener el grado de doctor en ciencias en Puebla.
- Torres L. A. M., Quintero, D. J. C. y Atehortua, G. L. 2011. Efecto de nutrientes sobre la producción de biomasa del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1), 103-109.

RENDIMIENTO DE GRANO DE MATERIALES HÍBRIDOS Y AVANZADOS DE MAÍZ, EN TEMPORAL EN YUCATÁN

M.A. Rangel-Fajardo¹, J.A. Burgos-Díaz¹, J.I. Tucuch-Haas¹, D. de la C. Bastos-Barbudo², A. Villalobos-González³ y J.R. Nava-García⁴

¹INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Mococho¹. km 25 Antigua carretera Mérida-Motul. CP.97454. Tel.5538718700 ext. 88216

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal. Avenida Tecnológico s/n Conkal, Yucatán, C.P. 97345².

³INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Edzna³

⁴INIFAP. CIRSE. Campo Experimental Chetumal

Autor de correspondencia: burgos.abraham@inifap.gob.mx (J.A. Burgos-Díaz)

Recibido: 25/agosto/2020

Aceptado: 11/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El maíz es un insumo de la dieta diaria de los mexicanos. En la Península de Yucatán los rendimientos de este grano básico se encuentran por debajo del promedio nacional, esta situación se considera que es consecuencia del uso de materiales con bajos rendimientos y que no se expresan adecuadamente a las condiciones de la zona. Por lo anterior, se llevó el seguimiento agronómico y de rendimiento de 25 materiales de maíz con diferente avance de mejoramiento genético. El ensayo se estableció bajo temporal en el ciclo PV 2017 en un diseño de lattice de 5 x 5 con dos repeticiones con cuatro surcos por parcela, considerando como parcela útil los dos surcos centrales. El manejo fue bajo el paquete tecnológico recomendado para el estado. Las variables respuesta registradas fueron días a floración femenina y masculina, altura de planta, altura a la mazorca, grosor de la mazorca, longitud de mazorca, número de hileras, granos por hilera y rendimiento estimado. El análisis de datos (ANOVA) y la comparación de medias (Tukey 0.05) se realizaron con SAS 9.3. No se encontraron diferencias significativas en las primeras cinco variables enunciadas, por otro lado, longitud de mazorca, número de hileras y granos por hilera y rendimiento registraron diferencias ($p \leq 0.05$). Sobresalieron dos materiales avanzados CLTHW13002 y CLTHW13001 con rendimientos de 3249 y 3758 kg/ha respectivamente. Es necesario continuar con las evaluaciones para tener una conclusión firme de que estos materiales pueden ser una opción viable para elevar los rendimientos de maíz entre los productores de este grano en Yucatán.

Palabras clave: altura de plantas / longitud de mazorca / número de hileras / rendimiento estimado.

GRAIN YIELD OF HYBRID AND ADVANCED CORN MATERIALS IN TEMPORARY IN YUCATAN

ABSTRACT

The maize is a consumption of the daily diet of the Mexicans. In the Yucatan Peninsula, the yields of this basic grain are below the national average, this situation is a consequence of the use of materials with low yields and that it is not adequately expressed to the conditions of the area. Therefore, the agronomic and yield monitoring of 25 maize materials with different advances in genetic improvement was carried out. The trial was established under temporary conditions in the PV 2017 in a 5 x 5 lattice design with two repetitions with four rows per plot, considering the two central rows as useful plot. The handling was under the state recommended technology package. The response variables recorded were days to female and male flowering, plant height, ear height, ear thickness, ear length, number of rows, grains per row and estimated yield. Data analysis (ANOVA) and comparison of means (Tukey 0.05) was performed with SAS 9.3. No significant differences were found in the first five variables listed, on the other hand, ear length, number of rows and grains per row and yield showed differences ($p \leq 0.05$). Two advanced materials CLTHW13002 and CLTHW13001 stood out with yields of 3249 and 3758 kg/ha respectively. It is necessary to continue with the evaluations to have a firm conclusion that these materials can be a viable option to increase corn yields among producers of this grain in Yucatán.

Keywords: height of plants / length of maize-cob / number of rows / considered yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz es base de la alimentación para el pueblo mexicano y para muchas culturas en Mesoamérica. De acuerdo con Polanco y Flores (2008) el maíz es el principal cultivo en México, se siembra en diferentes altitudes, condiciones

climáticas y de suelo, además de poseer valores culturales, simbólicos y espirituales.

En la Península de Yucatán anualmente se programan alrededor de 250 mil ha para el cultivo de maíz de las cuales más del 50 % se siembran con semillas de origen criollo, de acuerdo con García-Salazar y Ramírez-Jaspeado (2014), solo

el 42% de las siembras de maíz en el país fue con semilla mejorada y en el caso particular de Yucatán se reportó que se emplearon 2509 toneladas de semilla criolla, durante el periodo 2008/2010. Es cierto que el uso de semillas mejoradas se ha vuelto una necesidad en el campo agrícola. Es el principal insumo que repercute directamente sobre el rendimiento obtenido. A pesar de esto en México no se siembra ni el 50 % de la superficie de maíz con semilla mejorada, esto responde al alto costo de estas semillas en el país (Espinosa- Calderón et al., 2014), a un arraigo cultural y a que los paquetes tecnológicos de las semillas están fuera del alcance de los productores; sin embargo, existen opciones que permiten que los agricultores cuenten con una fuente de semilla segura, que este adaptada a su región.

Entre los insumos empleados en la agricultura, el más importante lo constituye la semilla para siembra; el uso de semilla de excelente calidad permite introducir cambios en la tecnología, tales como el uso de nuevas variedades mejoradas de alta calidad productiva y mejor calidad nutritiva, así como, el uso de técnicas modernas de producción. Por otro lado si no se cuenta con semilla de buena calidad, los años de investigación y esfuerzos llevados a cabo para la liberación de materiales altamente rendidores y la generación de tecnología de producción para el cultivo se vendrían abajo en forma drástica en perjuicio de los productores.

Uno de los principales problemas que enfrentan muchos productores de la región es la falta de volúmenes suficientes y en forma oportuna de materiales de maíz de excelente calidad y recomendadas para la región; muchas de la semilla que se vende en la entidad es producida en otros Estados de la Republica, trayendo esto como consecuencia que dicha semilla en ocasiones presente problemas de viabilidad y vigor al ser transportada en largas distancias, de acuerdo con CIMMyT (1999) menciona que la multiplicación de semilla fuera del lugar de adaptación de un material puede ocasionar cambios rápidos en su estructura genética y por tanto en sus características fenotípicas de la variedad, por el contrario el mantenimiento y la producción de semilla de una variedad en su área de adaptación contribuye a producir cantidades más elevadas de semilla de buena calidad y en consecuencia a los altos rendimientos.

El INIFAP se ha caracterizado por proporcionar tecnología de vanguardia al agro mexicano. Uno de sus lados fuertes es la generación de variedades vegetales potenciales y adaptadas a las condiciones climáticas de los diferentes nichos agroclimáticos del país. Sin embargo, es necesaria la evaluación de estas semillas en las regiones de interés antes de poder promocionarlas entre los productores.

Debido a lo anterior el presente trabajo pretende identificar materiales que puedan presentar potencial para impulsarlos entre los productores de Yucatán y con ello buscar el incremento en sus rendimientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 25 materiales de maíz, variedades, híbridos y materiales avanzados provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias (INIFAP) (Cuadro 1). Toda la semilla empleada fue producida en los Campos Experimentales de Iguala Guerrero y Cotaxtla Veracruz.

Las evaluaciones fueron realizadas en los laboratorios del Campo Experimental Mochochá INIFAP, que se encuentra ubicado en el km 25 Antigua carretera Mérida-Motul, Yucatán, México.

La siembra se programó el día 10 de julio, la evaluación se realizó bajo un régimen de temporal en el ciclo PV 2017. El paquete tecnológico empleado fue el recomendado para Yucatán. La siembra fue realizada a mano en parcelas de cinco metros de longitud y cuatro surcos, empleando como parcela útil los dos surcos centrales. Las variables respuesta que fueron consideradas fueron días después de la siembra a floración femenina y masculina (DDS), altura de planta expresada desde la base del tallo hasta el final de la espiga, altura de la mazorca tomada desde la base inferior del tallo hasta la zona de inserción de la primer mazorca productiva, ambas expresadas en centímetros; largo y ancho de mazorca tomadas del promedio de diez mazorcas de cada parcela y expresadas en centímetros; granos por hilera, número de hileras por mazorca y estimación del rendimiento en kilogramos por hectárea.

Cuadro 1. Materiales de maíz empleados en la evaluación.

Ítems	Nombre del material	Tipo de material
1	H-516	Híbrido
2	H-562	Híbrido
3	H-563	Híbrido
4	H-565	Híbrido
5	H-568	Híbrido
6	H-520	Híbrido
7	H-567	Híbrido
8	VS-653	Variedad
9	HEV3B	Avanzado
10	CLTHW13001	Avanzado
11	CLTHW13002	Avanzado
12	CLTHW13005	Avanzado
13	CLTHW14001	Avanzado
14	CLTHW14003	Avanzado
15	CLTHW14005	Avanzado
16	CLTHY13002	Avanzado
17	SINT. AMAR. OCOTITO	Avanzado
18	SINT. BLANCO OCOTITO	Avanzado
19	SINT. A DENTADO	Avanzado
20	SINT B CRISTALINO	Avanzado
21	POB. 501 C2	Avanzado
22	POB 502 C5	Avanzado
23	POB 510 HGA	Avanzado
24	POB 510 HGB	Avanzado
25	SINT 1 ^a	Avanzado

El ensayo se estableció en un diseño lattice de 5x5 con dos repeticiones, en análisis de variancia y la comparación de medias Tukey (0.05) se realizaron con ayuda de SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales empleados no presentaron diferencias ($p \leq 0.05$) en las variables de días a floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca y ancho de mazorca, mientras que las variables ; largo de mazorca, número de hileras, granos por hilera y rendimiento estimado registraron diferencias ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2).

Los materiales evaluados se han mejorado para las condiciones de trópico húmedo, registrando así la floración femenina entre los 54 a 57 DDS y la floración masculina entre 54 a 57 DDS. Esta condición favorece la polinización y asegura el llenado completo de las mazorcas, resultando los materiales CLTHW14001 y SINT B CRISTALINO como los más precoces ya que ambas floraciones estaban presentes a los 54 DDS (datos no mostrados), mientras que la diferencia de días en la sincronización entre ambas floraciones fue de 1 a 0 días, lo que aseguró una polinización eficiente. De acuerdo con Barbieri et al (2000) y Noriega et al. (2011) el número de hojas, en el caso del maíz, están determinados genéticamente, sin embargo, esto puede ser modificado por aspectos como temperaturas y la fertilidad del suelo del cultivo. Por lo que es necesario visualizar esta característica durante la evaluación de materiales que aún están en proceso de mejoramiento.

Cuadro 2. Promedio de las variables respuesta evaluadas en 25 materiales de maíz

Nombre del material	Altura (cm)		Mazorca (cm)		Hileras	
	planta	mazorca	Largo	Ancho	Número	Granos
H-516	177 a	63,38 a	15,32 abcd	4,42 a	13,88 ab	32,33 abc
H-562	160,3 a	43,5 a	14,13 abcd	4,19 a	13,1 ab	30,8 abcd
H-563	161,25 a	51,25 a	13,98 abcd	4,44 a	14,1 ab	29,2 abcd
H-565	189,25 a	62,25 a	15,38 abcd	4,58 a	15,1 ab	33,3 ab
H-568	199,75 a	66,75 a	14,93 abcd	4,50 a	14 ab	31,05 abcd
H-520	182,75 a	54,75 a	14,45 abcd	4,17 a	12,2 ab	31,2 abcd
H-567	170,25 a	57,25 a	14,45 abcd	4,46 a	14,4 ab	27,55 bcd
VS-653	194,25 a	78,75 a	13,4 bcd	4,16 a	14,2 ab	28,75 abcd
HEV3B	182 a	51,25 a	16,33 ab	4,50 a	14 ab	31,9 abc
CLTHW13001	194 a	67 a	17,13 a	4,73 a	15,3 ab	34,25 ab
CLTHW13002	195,25 a	83 a	14,9 abcd	4,63 a	15,5 ab	29,2 abcd
CLTHW13005	190 a	65,5 a	13,48 bcd	4,32 a	15,75 a	24,1 d
CLTHW14001	193 a	62,75 a	14,95 abcd	4,50 a	14,1 ab	30,05 abcd
CLTHW14003	191,25 a	68,25 a	16,38 ab	4,38 a	14,7 ab	33,8 ab
CLTHW14005	203,5 a	72 a	14,7 abcd	4,57 a	14,4 ab	30,85 abcd
CLTHY13002	202,5 a	82 a	16,15 abc	4,27 a	13,7 ab	35,6 a
SINT. AMAR. OCOTITO	172 a	57,25 a	14,73 abcd	4,19 a	12,7 ab	28,25 abcd
SINT. BLAN. OCOTITO	168,5 a	47,5 a	14,35 abcd	4,08 a	14,05 ab	28,8 abcd
SINT. A DENTADO	180 a	55 a	13,73 bcd	4,28 a	13,8 ab	30 abcd

Nombre del material	Altura (cm)		Mazorca (cm)		Hileras	
	planta	mazorca	Largo	Ancho	Número	Granos
SINT B CRISTALINO	183,75 a	60,25 a	14,38 abcd	4,33 a	13,8 ab	30,1 abcd
POB. 501 C2	188,25 a	68,25 a	13,4 bcd	4,0 a	12,7 ab	28,3 abcd
POB 502 C5	149,8 a	38,5 a	12,2 d	3,92 a	12,6 ab	25,45 cd
POB 510 HGA	152,5 a	35,5 a	12,88 cd	3,73 a	11,9 b	24,95 cd
POB 510 HGB	164,5 a	44,67 a	13,48 bcd	4,45 a	14,73 ab	29,53 abcd
SINT 1ª	189,5 a	69,25 a	14,34 abcd	4,14 a	14 ab	27,8 bcd
DMS	63	59,35	3,37	1,04	3,74	7,69

Medias con la misma letra en cada variable no son estadísticamente diferentes. (Tukey 0.05)

A pesar de no contar con diferencias estadísticas en la variable altura de planta, si sobresalieron visualmente materiales como CLTHW14005 el cual registró 40 cm por encima de H-562, el cual fue el material de menor altura, mientras que CLTHW13002 reportó la mayor altura de mazorca superando a POB 510 HGA con 46.5 cm. Una variable más que no registró diferencias fue el ancho de mazorca

El largo de mazorca registro diferencias ($p \leq 0.05$) sobresaliendo CLTHW13001 con mazorcas en promedio de 17.13 cm por encima de POB 502 C5 que reporto mazorcas de 12.2 en promedio, el material con mazorcas más pequeña. Por otro lado, el número de hileras por mazorca el material CLTHW13005 resaltó del resto, mientras POB 510 HGA presentó el menor número de hileras en promedio. La variable granos por hilera arroja a CLTHY13002 como el material con la mayor cantidad en promedio de granos por hilera, mientras que CLTHW13005 con solamente 24.1 granos por hilera en promedio.

La caracterización y evaluación de materiales mejorados o en proceso de mejoramiento, bajo las condiciones a las cuales se destinarán, es una práctica que debe ser realizada, de ello dependerá la estimación del éxito o fracaso de los materiales (Bonamico et al., 2004), dentro de los caracteres que deben ser evaluados son las características del producto final, ya que con ellos indican el potencial productivo (Bejarano et al., 2000). Silva et al. (2009) identificaron que las variables menos afectadas en su evaluación fueron número de hileras, número de granos por hilera y grosor de la mazorca, sin embargo, esto se observó al analizar el comportamiento en diferentes fechas de siembra. Por otro lado, Ángeles- Gaspar et al. (2010) detectaron, en poblaciones nativas de maíz del estado de Puebla, que algunas de las variables que presentan mayor influencia en el rendimiento eran: longitud de la mazorca, número de hileras, granos por hilera y diámetro de la mazorca. En el caso particular de la longitud de mazorca, los granos por hilera y el número de hileras fueron los que registraron diferencias que afectaron el rendimiento directamente (Figura 1), a pesar de que el material que reportó el mayor número de granos por hilera no fue el de mayor rendimiento pero se mantuvo como el segundo más alto CLTHW13002 con 3244.1 kg/ha solamente superado

por CLTHW13001 el cual registró un rendimiento de 3758.3 y fue el material con las mazorcas de mayor longitud (17.13 cm en promedio).

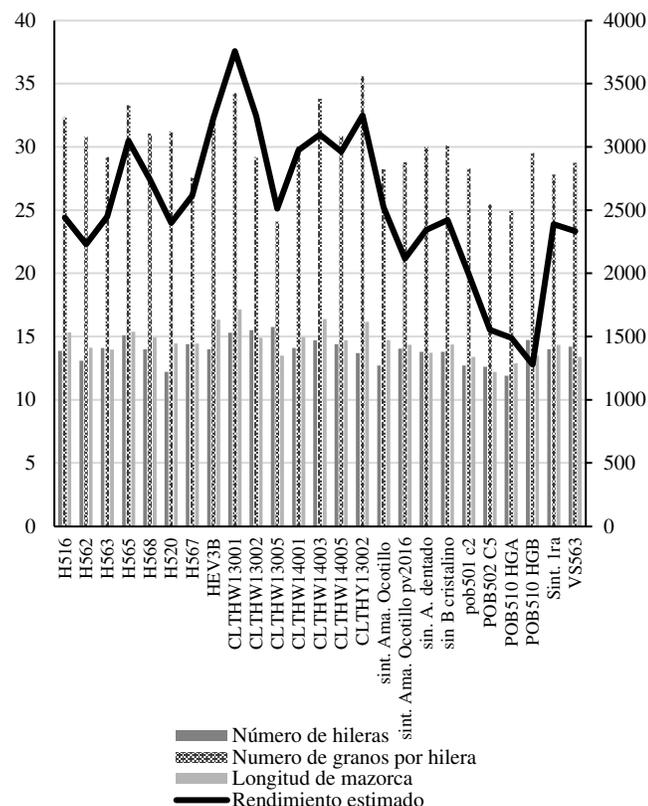


Figura 1. Rendimiento estimado y variables respuesta de 25 materiales de maíz evaluados en PV 2017 en Uxmal, Yucatán.

Existen más caracteres que se encuentran asociados o afectan el rendimiento, sin embargo, esta aproximación muestra una idea del comportamiento de estos materiales en las condiciones de Yucatán bajo condiciones de temporal. Estas evaluaciones son necesarias de manera regional y por algunos ciclos (al menos tres), que permitan confiar en los resultados obtenidos de un solo ciclo, no obstante, es el inicio para la selección de materiales que satisfagan las necesidades de la región y dé la posibilidad de identificar otros problemas que pudiesen presentarse y atender oportunamente.

CONCLUSIONES

De los 25 materiales evaluados, los materiales avanzados CLTHW13002 y CLTHW13001 registraron los mayores rendimientos. Por otro lado, de entre los híbridos comerciales el H-565 presentó rendimientos cercanos a los dos materiales sobresalientes.

Es necesario repetir el ciclo productivo uno o dos años más, de manera que se pueda confirmar la tendencia presentada en estos resultados.

Es necesario tomar en cuenta más variables que contribuyan al rendimiento y ayuden a explicar de forma clara las respuestas obtenidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ángeles-Gaspar, E., Ortiz-Torres E., López A. P. y López-Romero G. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33: 287-296.

Barbieri, P. A.; Sainz, H.; Andrade, F. H. and Echeverría, H. E. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agronomy Journal*. 92: 283-288.

Bejarano, A. 2003. Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Trop*. 53 (4): 501-506.

Bonamico, N.; J. Aiassa, M. Ibañez, M. Di Renzo, D. Díaz y J. Salerno. 2004. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 33 (2): 129-144.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. CIMMYT. México D.F.

Espinosa-Calderón, A., A. Turrent-Fernández, M. Tadeo-Robledo, A. San Vicente-Tello, N. Gómez-Montiel, R. Valdivia-Bernal, M. Sierra-Macías, y B. Zamudio-González. 2014. Ley de semillas y Ley federal de variedades vegetales y transgénicos de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5: 293- 308.

García-Salazar, J. A., & Ramírez-Jaspeado, R. 2014. El mercado de semilla mejorada de maíz en México: Un análisis del Saldo Comercial por entidad federativa. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 37:69-77.

Noriega, G. L. A., Preciado O. R. E., Andrio E. E., Terrón I. D. A. y Covarrubias P. J. 2011. Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2: 489-500.

Polanco-Jaime, Alejandro y Trinidad Flores Méndez (2008), Bases para una política de I&D e innovación de la cadena de valor del maíz, Foro Consultivo y Científico, a.c., México.

Silva, D. W. R., Alfaro J. Y. J. y Jiménez A. R. 2009. Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. *Revista UDO Agrícola*. 9: 743-755

PLAN ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA DE VIAJES "AGUILAR TOURS"

Diana Cecilia Hernández-Sosa¹, Jaqueline Melo-García¹, Annette Michelle Canché-Baños², Diana Carolina Canul-Cohuo² y Blanca Berenice Escalante-Gallegos²

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida (Campus Poniente). Departamento de Ciencias Económico-Administrativas., Periférico Poniente Km 37.5, 97118 Mérida Yucatán, México. ¹Profesores. ²Alumnos.

Autor de correspondencia: diana_hernandez79@yahoo.com.mx (Diana Cecilia Hernández-Sosa)

Recibido: 28/agosto/2020

Aceptado: 14/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad, exponer el plan estratégico desarrollado para la empresa de viajes "Aguilar Tours". En el cual, se plantearon objetivos específicos para la implementación de acciones estratégicas, enfocadas al logro de estos; con el propósito de alcanzar un alto grado de diferenciación en la industria, que permita brindarle a la empresa, una ventaja competitiva. La metodología implementada, fue tomada del modelo de Fred R. David (2013, p.13), el cual consta de tres etapas: formulación, implementación y evaluación de la estrategia. Se recolectó la información, mediante el manejo de diversas herramientas para la obtención de datos internos y externos, que permitieron identificar las oportunidades y debilidades internas, así como las fortalezas y amenazas externas con las que cuenta la empresa, con el fin de implementar acciones de mejora que le permitan aprovechar sus oportunidades y transformar sus debilidades en fortalezas, afrontando a su vez sus amenazas para coadyuvar a un mejor desarrollo y posicionamiento. Los resultados alcanzados, se relacionaron con los objetivos específicos planteados en este proyecto; entre ellos, se formuló la misión, la visión, los valores estratégicos de la empresa y se elaboraron matrices para determinar estrategias. En los resultados, se recomienda la implementación de estrategias agresivas, así como el desarrollo de nuevos mercados en sectores geográficos estratégicos, con el fin de obtener una ventaja competitiva. Al término del análisis de la información obtenida durante la investigación, se proporcionaron otras recomendaciones.

Palabras clave: Planeación estratégica, diferenciación y ventaja competitiva

STRATEGIC PLAN OF THE TRAVEL COMPANY "AGUILAR TOURS"

ABSTRACT

The purpose of this work is to present the strategic plan developed for the travel company "Aguilar Tours". In which, specific objectives were proposed for the implementation of strategic actions, focused on achieving them; with the purpose of achieving a high degree of differentiation in the industry, which allows to provide the company with a competitive advantage. The methodology implemented was taken from the model of Fred R. David (2013, p.13), which consists of three stages: formulation, implementation, and evaluation of the strategy. The information was collected through the management of various tools to obtain internal and external data, which allowed identifying the internal opportunities and weaknesses, as well as the external strengths and threats that the company has, in order to implement actions of improvement that allows you to take advantage of your opportunities and transform your weaknesses into strengths, while addressing your threats to contribute to better development and positioning. The results achieved were related to the specific objectives set out in this project; Among them, the mission, vision, and strategic values of the company were formulated, and matrices were drawn up to determine strategies. In the results, the implementation of aggressive strategies is recommended, as well as the development of new markets in strategic geographic sectors, to obtain a competitive advantage. Upon completion of the analysis of the information obtained during the investigation, other recommendations were provided.

Keywords: Strategic planning, differentiation, and competitive advantage

INTRODUCCIÓN

Yucatán es uno de los estados de la República Mexicana, reconocidos por tener muchos atractivos turísticos, debido a su belleza, su incomparable gastronomía y a la tranquilidad que ofrece a sus visitantes; ya que cuenta con costas,

tradiciones culturales, vestigios arqueológicos y una extensa variedad de flora y fauna, entre otros.

Según lo mencionado por Sectur, en su sexto informe de labores (2018 pág. 19 para. 1) El turismo internacional continúa con su tendencia de crecimiento, consolidándose como una de las actividades económicas más importantes a

nivel mundial, creando desarrollo y beneficios para las poblaciones locales, incluyendo la revalorización y cuidado de su patrimonio cultural y natural.

Antecedentes

Antonio del Rosal, director general de la empresa "Experiencias genuinas", citado por el Diario de Yucatán (2019, para.13) menciona que el segmento de agencias de viajes es de vital importancia, pues engloba las nuevas tendencias en las dinámicas turísticas, ya que los nuevos turistas no quieren ser simples testigos, quieren interactuar con las comunidades, quieren comer lo que la gente come, quiere disfrutar el entorno natural de una manera más íntima.

El turista de hoy busca experiencias, emociones y sensaciones, no se está quieto, no es pasivo o un simple testigo, sino que desea vivir un encuentro muy cercano con la gente, las comunidades, sus leyendas, su entorno natural, su comida, quiere hacer deportes extremos, y estados como Yucatán tienen ese potencial.

El surgimiento de esta empresa nació gracias a Pablo Aguilar y a su gusto por viajar a distintos lugares del país, durante uno de sus últimos viajes, se dio cuenta que muchas personas comparten este gusto por conocer nuevos lugares y disfrutar de nuevas experiencias al igual que él. Gracias a los conocimientos que le brindaba su carrera y a las experiencias que él tenía en sus viajes pasados, visualizó una oportunidad de negocio, la cual le permitiría seguir viajando y le generaría nuevos ingresos. De esta manera en el año 2018 surgió "Aguilar Tours", una agencia de viajes que ofrece destinos a distintos lugares de la República Mexicana, incluyendo servicios de paseos de un solo día, dándole la oportunidad a las personas de conocer lugares nuevos, a precios accesibles.

Planteamiento del problema

Objetivo general

Conocer y analizar las oportunidades, así como las amenazas, que tiene la empresa "Aguilar tours" de forma externa e interna, para la implementación de estrategias, que ayuden a obtener una mejora en cuanto a su calidad y a su desarrollo, brindándole un alto grado de diferenciación y competitividad.

Objetivos específicos

- Formular la misión, la visión y los valores estratégicos de la empresa.
- Identificar las fortalezas y debilidades internas de la empresa, a través de la Matriz de Factores internos (EFI).
- Determinar las principales oportunidades y amenazas externas de la empresa. A través de la Matriz de Factores Externos (EFE)
- Elaborar una Matriz de Perfil Competitivo.

- Elaborar la matriz FODA.
- Elaborar la matriz PEYEA.

Justificación

Según lo mencionado por la Sefotur (2019, para. 1) Yucatán, continúa generando nuevos productos turísticos en el estado y dicha secretaría, con el respaldo del Gobernador Mauricio Vila Dosal y de la mano de los municipios, trabaja arduamente para poder dar más y mejores atracciones, para que los visitantes, puedan disfrutar al máximo su estancia y tengan un mayor número de actividades a disposición.

De acuerdo con la Sefotur citada por el Diario de Yucatán (2019; para. 1) de enero a abril arribaron a Yucatán 48 cruceros con 142,228 turistas y en los primeros cinco meses del año aumentó 13.5% la afluencia de pasajeros en el aeropuerto de Mérida.

El sector turístico en los últimos años ha aumentado a un ritmo acelerado, en donde muchos de los servicios que ofrecen las agencias de viajes, pueden ser fáciles de imitar, por ello, es necesario tomar alto grado de posicionamiento y diferenciación en la mente del consumidor y ocupar los primeros lugares de participación del mercado.

Una ventaja competitiva representa para una empresa, la posibilidad de lograr sus objetivos establecidos durante su gestión estratégica, y su correcta aplicación permite la diferenciación de los atributos de la marca.

Por lo mencionado con anterioridad, el presente trabajo tiene como objetivo contribuir a la diferenciación del servicio, logrando una ventaja competitiva sostenida, que le permita a la empresa "Aguilar Tours", permanecer y aumentar su participación en el mercado, así como establecer estrategias a futuro, que generen beneficios y aporten a su desarrollo y crecimiento.

Marco teórico

En el presente apartado se presentarán las definiciones de estrategia, misión, visión, planeación estratégica, implementación estratégica y otros conceptos relacionados con el tema, con la intención de proveer las bases fundamentales para el conocimiento y su aplicación, de igual manera se mostrará su importancia dentro de las organizaciones.

Estrategia

Según Thompson, Peteraf & Gamble (2012, p. 4) la estrategia de una compañía consiste en las medidas competitivas y los planteamientos comerciales con que los administradores compiten de manera fructífera, mejoran el desempeño y hacen crecer el negocio.

La estrategia de una empresa proporciona dirección y guía, no solo en términos de lo que debe hacer, si no lo que debe hacer

Concepto de misión

Según Taylor (2010, para. 2) define la misión como “el elemento que da la razón de ser, constituye la esencia de toda persona, empresa u organización. La misión indicará que es lo que hacemos, hacia donde está dirigido nuestro esfuerzo y aquello que nos hace diferentes”

Concepto de visión

Según Taylor (2010, parra. 3) define la visión como “es el punto en el futuro a donde queremos llegar, que es lo que queremos lograr con el paso del tiempo en un muy largo plazo. Una buena visión debe ser motivadora para todos los integrantes del equipo u organización, debe ser un mensaje claro y convincente. Una buena visión deber ser algo factible, pero a su vez debe ser algo que no sea tan sencillo lograr, recordemos que una visión debe estar planeada a muy largo plazo”.

Planeación estratégica

Raffino (2019, para. 2) menciona que “la planeación estratégica es una herramienta organizacional de uso común, sobre todo en el ámbito militar (estrategia militar) o en el de los negocios (estrategia empresarial o estrategia financiera). Igualmente, también aplica para un variado conjunto de ámbitos de la vida, en los que se hace necesario sentar las bases para la consecución de una meta, previendo posibles inconvenientes y procediendo de acuerdo a la ruta más idónea dados los recursos que se tienen”

Para Mintzberg (1993, p. 51) “la estratégica corporativa es un patrón o modelo de decisiones que determina y revela sus objetivos, propósitos, o metas; así mismo, dicho patrón produce las principales políticas y planes para lograr tales metas, define la esfera de negocios a que aspira una compañía, establece la clase de organización económica y humana que es o pretende ser y, también precisa la naturaleza de las contribuciones, económicas y no económicas, que intenta aportar a sus accionistas, empleados, clientes y las comunidades”.

Auditoría Externa

Para David (2013, pág.80) el propósito de una auditoría externa es crear una lista definida de las oportunidades que podrían beneficiar a una empresa y de las amenazas que deberían evitarse. Las fuerzas externas se dividen en 5 categorías principales: 1) Fuerzas económicas; 2) Fuerzas sociales, culturales, demográficas y ambientales; 3) Fuerzas políticas, gubernamentales y legales; 4) Fuerzas tecnológicas; y 5) Fuerzas competitivas.

Auditoría Interna

La auditoría interna requiere la recolección y la asimilación de información sobre las operaciones de dirección, mercadotecnia, finanzas, contabilidad, producción, desarrollo y sistemas de información de la gerencia de la empresa. Los factores clave deben clasificarse de tal manera que las fortalezas y debilidades más importantes de la empresa, se determinen de manera colectiva.

La auditoría interna ofrece más oportunidades a los participantes para entender la forma en que sus trabajos, departamentos y divisiones se acoplan a la empresa en conjunto. Este es un gran beneficio porque los gerentes y los empleados se desempeñan mejor, cuando comprenden cómo sus trabajos afectan otras áreas o actividades de la empresa. David (2013, p.121).

Ventaja competitiva

Porter (1987, p.1) la define como, “la búsqueda de una posición favorable dentro de una industria, escenario fundamental donde se lleva la competencia. Su finalidad es establecer una posición rentable y sustentable frente a las fuerzas que rigen la competencia en la industria”.

Importancia de la ventaja competitiva

De acuerdo con Porter (1987, p.11) la ventaja competitiva crece fundamentalmente debido al valor que una empresa es capaz de generar. El concepto de valor presenta lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el crecimiento de este valor a un nivel superior se debe a la capacidad de ofrecer precios más bajos en relación con los competidores por la creación del producto. A nivel general, podemos afirmar que la finalidad de cualquier estrategia de empresa es generar un valor adjunto para los compradores que sea más elevado del costo empleado para generar el producto.

Importancia de la ventaja competitiva

Administración estratégica

Thompson et al (2012, p. 6) menciona que la administración estratégica se define como “el proceso de creación de estrategias y de su puesta en práctica. Se refiere al proceso administrativo de crear una visión estratégica, establecer los objetivos y formular una estrategia, así como implantarla y ejecutarla”.

Implementación de estrategias

Según Lorette (2013, para. 1) menciona que “es el proceso que pone planes y estrategias en acción para alcanzar objetivos. Un plan estratégico es un documento escrito en el que se exponen los planes de negocio para alcanzar objetivos, pero quedará olvidado sin una implementación estratégica.

La implementación hace que se cumplan los planes de la compañía".

Modelo de planeación estratégica

Para el presente estudio, se utiliza el modelo de David (2013, p.13) propone un modelo muy completo y de gran aceptación del proceso de administración estratégica; dicho modelo consta de tres etapas fundamentales: formulación, implementación y evaluación de la estrategia. La formulación estratégica incluye el desarrollo de la misión y la visión, identificar las oportunidades y amenazas externas para la organización, determinar sus fortalezas y debilidades internas, establecer objetivos a largo plazo, generar las estrategias alternativas y elegir las estrategias particulares que habrá de seguir; en la Figura 1 se muestra el modelo completo.

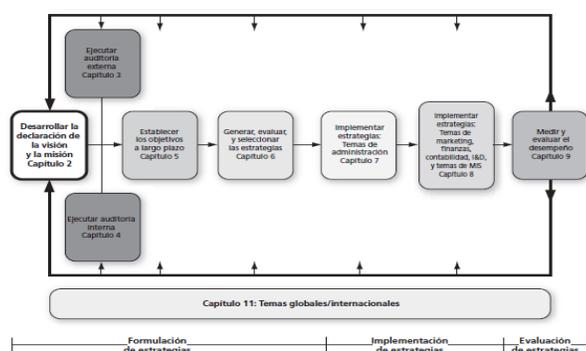


Figura 1. Modelo de administración estratégica.

Fuente: Fred R. David 2013

Generar, evaluar y seleccionar estrategias

David (2013, pág.174) menciona que “la etapa 1 del modelo de formulación está integrado por las matrices de Evaluación de Fuerzas Externas (EFE), Evaluación de Factores Internos (EFI) y de perfil competitivo (MPC). En esta fase, denominada etapa de los insumos, se resume la información básica necesaria para formular estrategias. La etapa 2, llamada etapa de adecuación se enfoca en generar estrategias alternativas factibles mediante la alineación de los factores clave, tanto internos como externos. Entre las técnicas utilizadas en la etapa 2 están la matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), la matriz de posición estratégica y evaluación de la acción (PEYEA), la matriz del Boston Consulting Group (BCG), o matriz de crecimiento-participación), la matriz interna-externa (IE), y la matriz de la estrategia principal. La fase 3, o etapa de decisión, comprende una sola técnica, la matriz cuantitativa de la planificación estratégica (MCPE). La MCPE utiliza la información aportada en la etapa 1 para evaluar objetivamente las estrategias alternativas factibles identificadas en la etapa 2, con lo cual pone al descubierto el atractivo relativo de cada una de las estrategias alternativas y ofrece una base neutral para elegir estrategias específicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó con un enfoque cuantitativo ya que “se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tienen que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación, la medición de las unidades, el muestreo y el tratamiento estadístico” (Ñaupas Paitán, Mejía y Ramírez, 2014).

De igual manera para este trabajo se utilizó un tipo de población finita; el autor Bolívar (2014, para. 8) la define como la “agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dichas unidades.”

Para la muestra se utilizó el muestreo por convivencia.; el autor Ochoa (2015, para. 3) la define como “una técnica comúnmente usada, la cual consiste en seleccionar una muestra de la población por el hecho de que sea accesible. Es decir, los individuos empleados en la investigación se seleccionan porque están fácilmente disponibles, no porque hayan sido seleccionados mediante un criterio estadístico. Esta conveniencia, que se suele traducir en una gran facilidad operativa y en bajos costes de muestreo, tiene como consecuencia la imposibilidad de hacer afirmaciones generales con rigor estadístico sobre la población”.

La investigación se llevó a cabo en Mérida, Yucatán en la agencia de viajes “Aguilar Tours”.

Como se menciona, el modelo de trabajo que se utilizó es el de David (2013, pág. 13), quien a su vez explica que “Este modelo no garantiza el éxito, pero sí constituye un método claro y práctico para formular, implementar y evaluar las estrategias. El modelo incluye las relaciones entre los principales componentes del proceso de administración estratégica.” (Ver figura1).

Tipo de proyecto a realizar

El presente trabajo es un proyecto que consiste en el desarrollo y la elaboración de una planeación estratégica para la empresa del rubro de agencias de viajes, denominada es “Aguilar Tours” cuyo objetivo fundamental es encontrar una ventaja competitiva que le brinde una diferenciación adecuada, y le permita implementar estrategias para disminuir sus amenazas y debilidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación de la misión y visión

Misión

Somos una microempresa yucateca, dedicada a brindar el servicio de tours hacia diferentes destinos turísticos para las personas que tengan gusto por los viajes de una manera eficaz, segura, en cuidado con el medio ambiente,

personalizada y con calidad, para que nuestros clientes tengan una experiencia inolvidable en cada viaje.

Visión

Ser una microempresa reconocida en nuestra región por brindar un servicio de tours con calidad, seguridad y confianza de una manera innovadora; buscando la preferencia y la satisfacción de nuestros clientes.

Resultados de la auditoría interna

En la Tabla 1 se presenta la matriz de factores internos (EFI) en la cual se evalúan las fortalezas y debilidades que posee la empresa “Aguilar Tours” en sus áreas funcionales.

Tabla 1. Matriz de factores internos (EFI) de la empresa “Aguilar Tours”

Factores internos clave			
Oportunidades	Pon.	Cal.	P.pon
Tienen buen clima laboral.	0.05	3	0.15
El control de la calidad de los servicios es supervisado por el mismo dueño.	0.06	3	0.18
Seguimiento y resolución al instante de las quejas.	0.05	4	0.20
Cumple con un 95% de calidad en el servicio	0.07	3	0.21
Dar precios más económicos de la competencia.	0.06	4	0.24
Incremento del 5% del mercado.	0.05	3	0.15
Cuenta con liquidez del 100%	0.06	4	0.24
Cuenta con la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades de los clientes.	0.07	4	0.28
Suministros confiables.	0.06	4	0.24
Se asigna un 3% de recursos económicos para esta área.	0.04	3	0.12
Sistemas de cómputo y administración adecuados.	0.07	4	0.28
Buena comunicación entre las áreas	0.07	4	0.28
Cuentan con las tecnologías adecuadas	0.05	4	0.20
Amenazas			
Falta de objetivos escritos.	0.04	1	0.04
Las estrategias no son las mejores.	0.03	1	0.03
No hay contrato de trabajo por escrito.	0.04	2	0.08
No existe reglamento de trabajo.	0.03	2	0.06
No tiene una imagen bien definida.	0.03	1	0.03
No se realizan investigaciones de mercado.	0.02	1	0.02
No existe un programa que ayude al control financiero.	0.05	2	0.10
Total	1.00		3.13

Pon = Ponderación. Cal = Calificación. P.pon = Puntuación ponderada

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la auditoría externa

En la Tabla 2 se presenta la matriz de factores externos (EFE) en la cual se resume y evalúa la información, económica, social, cultural, demográfica, ambiental, política, tecnológica y competitiva que se obtuvo para la empresa “Aguilar Tours” con el fin de aportar información útil que le permita identificar y afrontar sus amenazas externas y a su vez aprovechar sus oportunidades.

Tabla 2. Matriz de factores externos (EFE) de la empresa “Aguilar Tours”.

Factores externos clave			
Oportunidades	Pon.	Cal.	P.pon
Incremento nominal de 15.4% en la tasa anual de consumo en el turismo	0.07	4	0.28
Aumento 57% de los mexicanos a viajes nacionales	0.06	3	0.18
Disminución del 56.6% de la tasa de desempleo	0.04	3	0.12
Aumento del 50% del consumo a nivel mundial de viajes o tours, tanto en productos como en servicios.	0.03	3	0.09
Aumento del 78.2% de los ingresos en la industria turística mexicana por el turismo local	0.04	4	0.16
Aumento del 32.1% de los viajes al año	0.05	2	0.10
Conocer las sanciones y responsabilidades ayuda a evitar problemas	0.06	2	0.12
Las normas nos ayudan a tomar mejores decisiones y mantener un diálogo	0.03	3	0.09
Generación de nuevos canales de comunicación y venta	0.06	1	0.06
Ubicación estratégica del establecimiento	0.06	1	0.06
Amenazas			
Aumento del 7% a destinos internacionales	0.05	3	0.15
Inflación de precios del 25.77% de los servicios turísticos	0.09	4	0.36
Inflación a tasa anual en general del 4.41%	0.05	3	0.15
Cambios en los gustos y preferencias de la sociedad	0.03	3	0.09
Preferencia por destinos internacionales.	0.06	3	0.18
Dificultad de adaptación a las reformas a la ley de equilibrio y protección	0.09	2	0.18
Mayor presencia de otros servicios en redes sociales y páginas web	0.07	1	0.07
Mucha competencia con precios más bajos	0.06	2	0.12
Total	1.00		2.56

Pon = Ponderación. Cal = Calificación. P.pon = Puntuación ponderada

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los competidores directos de la empresa “Aguilar Tours” y su comparación con ellos mediante la evaluación de los factores competitivos: publicidad, calidad en el servicio, competitividad en los precios, lealtad del cliente y participación de mercado.

De acuerdo con los factores mencionados anteriormente se elaboró la matriz del perfil competitivo (ver Tabla 3), la cual permite una mayor apreciación de la situación de la empresa con respecto a su competencia.

Tabla 3. Matriz del perfil competitivo (MPC) de la empresa “Aguilar Tours”.

Factores críticos para el éxito	P	Aguilar Tours		Pepe Tours Mid		Tours ABL		Mundo Maya Tours	
		C	PP	C	PP	C	PP	C	PP
Publicidad	0.16	3	0.48	4	0.64	1	0.16	1	0.16
Calidad en el servicio	0.15	2	0.30	3	0.45	1	0.15	2	0.30
Competitividad en los precios	0.26	2	0.52	3	0.78	3	0.78	1	0.26
Lealtad del cliente	0.21	2	0.42	3	0.63	2	0.42	2	0.42
Participación del mercado	0.22	1	0.22	4	0.88	2	0.44	1	0.22
Total	1.00		1.94		3.38		1.95		1.36

P = Ponderación. C= Calificación. PP = Puntuación Ponderada

Fuente: Elaboración propia.

Generación de las estrategias

En la Tabla 4 se muestra la Matriz FODA de la empresa "Aguilar Tours", para la generación de estrategias resultado de la evaluación de las fuerzas internas y externas clave.

Tabla 4. Matriz FODA de la empresa "Aguilar Tours".

Matriz FODA		
Aguilar Tours	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Tienen buen clima laboral. Seguimiento y resolución al instante de las quejas. Cumple con un servicio de calidad. Dar precios más económicos de la competencia. Buena relación con los clientes. Incremento del 5% del mercado Cuenta con la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades de los clientes. Suministros confiables. Equipo adecuado para el viaje. Procedimientos que aseguran un viaje seguro. Sistemas de cómputo y administración adecuados.	Falta de objetivos escritos. No hay contrato de trabajo por escrito. No tiene una imagen bien definida. No se realizan investigaciones de mercado. Publicidad insuficiente. No tiene presencia en internet (solo redes sociales). Se lleva la contabilidad básica. No existe un programa que ayude al control financiero. No existe buena ubicación. Como no existe buena ubicación no hay mercados estratégicos.
	Estrategia FO	Estrategia DO
Aumento del el 78.2% de los ingresos en la industria turística mexicana por el turismo local. Aumento del 32.1% de los viajes al año. Conocer las sanciones y responsabilidades ayuda a evitar problemas. Los avances tecnológicos pueden crear mercados nuevos. Generación de nuevos canales de comunicación y venta. Los avances tecnológicos pueden producir ventajas competitivas nuevas más potentes que las ventajas existentes Adquirir mayores conocimientos para la publicidad. Ubicación estratégica del establecimiento. Amenazas	Aumentar de 1 a 2 nuevos viajes cada 6 meses. (F6, F7, O1, O2) Obtener más conocimiento en el área tecnológica (F11, O4) Implementar un sistema de verificación de nuestro equipo para los viajes (F8, F9, F10, O6)	Mejorar el área de finanzas, contratando a un contador (D7, D8, O6) Capacitar a un trabajador que pueda realizar las actividades del área de marketing. (D5, O7)
Estrategia FA	Estrategia DA	
Inflación de precios del 25.77% de los servicios turísticos Cambios en los gustos y preferencias de la sociedad. Mayor presencia de otros servicios en redes sociales y páginas web. Crecimiento de la competencia. Mucha competencia con precios más bajos.	Manejar diversos paquetes adecuados a la economía del consumidor (F4, A4, A5) Implementar una página web (F11, A3)	Contratar personal capacitado para finanzas (D7, D8, A5) Abrir una nueva sucursal en el oriente (D9, D10, A4)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se presenta la Matriz de posición estratégica y evaluación de la acción (PYEA), la cual fue elaborada de acuerdo con las matrices de valuación de factores interno (EFI) y evaluación de factores externos (EFE).

Tabla 5. Matriz de posición estratégica y evaluación de la acción (PYEA) de la empresa "Aguilar Tours".

Análisis interno		Análisis externo	
Fuerza financiera (FF)		Estabilidad del entorno (EE)	
Razón de pasivo a total de activo	4	Presión competitiva	-5
Flujo de efectivo	3	Cambios tecnológicos	-2
Rotación de activos fijos	4	Elasticidad precio de la demanda	-4
Rotación de inventarios	2	Niveles de ingresos	-3
Liquidez	4	Barreras de ingreso al mercado	-2
Sumatoria de fuerza financiera	17	Sumatoria de estabilidad del entorno	-16
Análisis interno		Análisis externo	
Ventaja competitiva (VC)		Fuerza de la industria (FI)	
Participación del mercado	-4	Estabilidad financiera	4
Conocimientos tecnológicos	-4	Potencial de crecimiento	5
Lealtad del cliente	-3	Productividad	4
Tiempo de servicio	-2	Utilización de recursos	2
Sumatoria de ventaja competitiva	-13	Sumatoria de fuerza de la industria	15
Conclusión			
La EE promedio es $-16/5 = -3.2$		La FI promedio es $15/4 = 3.75$	
La VC promedio es $-13/4 = -3.25$		La FF promedio es $17/5 = 3.4$	
Coordenadas del vector direccional: Eje x: $-3.25 + (+3.75) = 0.5$ Eje y: $-3.2 + (+3.4) = 0.20$			
3 Coordenada: (0.5, 0.2)			
Aguilar Tours se ubica en el cuadrante agresiva.			

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se reflejan los datos obtenidos por la matriz PYEA de forma gráfica.

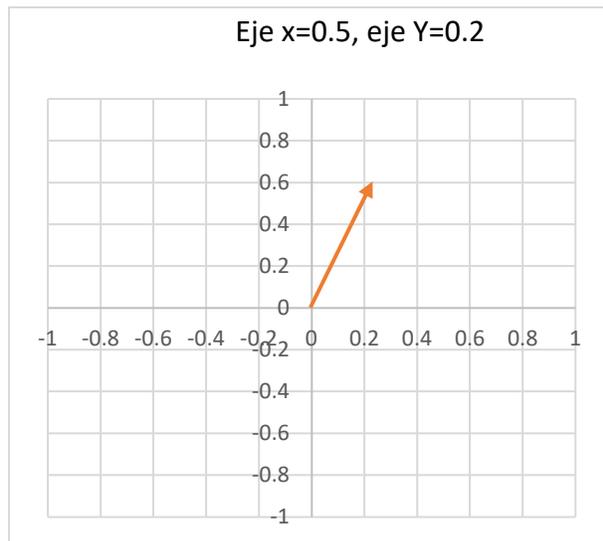


Figura 2. Representación gráfica de la matriz PYEA

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 se muestra la matriz de estrategia principal, la cual nos permite ubicar el cuadrante en el que se encuentra ubicada la empresa.

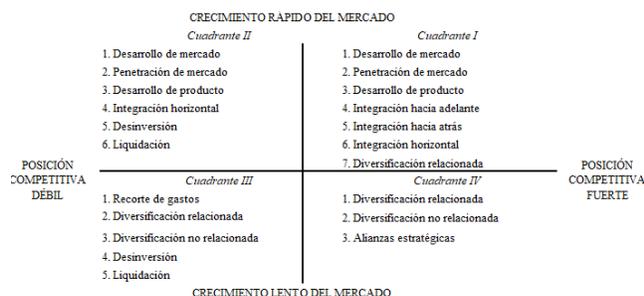


Figura 3. Matriz de estrategia principal

Fuente: Fred R. David 2013

La empresa “Aguilar Tours” se encuentra ubicada dentro del cuadrante I, debido a la existencia de una posición competitiva fuerte y a la acelerado crecimiento del mercado, por lo cual se recomienda establecer las siguientes estrategias: Desarrollo de mercado, penetración de mercado y desarrollo de producto.

CONCLUSIONES

Al finalizar con el análisis de las fuerzas internas y externas clave, podemos afirmar que se cumplió con el objetivo principal del proyecto; por lo cual se puede determinar mediante este análisis la situación en la que se encuentra la empresa y las recomendaciones que podría implementar para su diferenciación y desarrollo.

De acuerdo con el resultado obtenido en la matriz de evaluación de factores internos (ver Tabla 1) se puede apreciar que la empresa obtuvo un resultado de 3.13 lo cual significa que se encuentra en una buena posición y por lo tanto es capaz de afrontar sus debilidades, sin embargo siempre existe una posibilidad de mejora que le podría traer grandes beneficios a la empresa.

Por otra parte, la evaluación de los factores externos (ver Tabla 2) dio como resultado 2.56 lo cual nos muestra que la empresa se encuentra en una posición óptima, sin embargo, es necesario que implemente estrategias para colocarse en una posición más favorable que le permita afrontar sus amenazas de una manera más eficaz y aprovechar las oportunidades que se le presentan para un mejor desarrollo.

En cuanto a la industria la empresa “Aguilar Tours” se encuentra en el tercer grado de referencia de acuerdo con la matriz de perfil competitivo (ver Tabla 3), lo que hace referencia a que cuenta con una buena participación en los precios, una buena publicidad y sus clientes son leales, sin embargo necesita trabajar en su participación en el mercado y en la calidad en el servicio.

Después de haber finalizado el análisis de la matriz FODA (ver Tabla 4) y la matriz PYEA, se desarrollaron las

siguientes recomendaciones, consideradas como adecuadas para la empresa:

Recomendaciones

- Mejorar el área de finanzas, se recomienda contratar a un contador.
- Contratar o capacitar a una persona para el área de marketing
- Implementar de 1 a 2 viajes nuevos cada 6 meses
- Abrir una sucursal en la zona oriente

Los resultados de la matriz PYEA (ver figura 2), ubican a la empresa en el cuadrante 1 por lo cual se recomienda la implementación de estrategias agresivas, como el desarrollo de nuevos mercados en sectores geográficos estratégicos con el fin de obtener una ventaja competitiva.

Sin duda alguna, Aguilar Tours tiene potencial para lograr un mejor posicionamiento, con respecto a la competencia, las estrategias para la problemática observada y planteadas en este estudio, tienen como finalidad coadyuvar al éxito de la empresa. De igual forma este estudio le permite a esta empresa, identificar los principales problemas con los que cuenta, con la finalidad de darles solución, así como reconocer cuáles son sus fortalezas y aprovecharlas para lograr su diferenciación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolívar, G. (2014). Metodología de la investigación. Población y Muestra. Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de http://metodosrecreacion.blogspot.com/p/blog-page_28.html
- David, F. (2013). Conceptos de Administración Estratégica. (14ª edición). México: Pearson Education.
- Diario de Yucatán. (2019). *Crece el turismo en Yucatán*. [Online] available at: <https://www.yucatan.com.mx/yucatan/crece-el-turismo-en-yucatan>.
- Humberto Ñaupas Paitán, et.al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*/ Humberto Ñaupas Paitán, Elías Mejía Mejía, Eliana Novoa Ramírez, Alberto Villagomez. Páuca—4ª Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2012.
- Mintzberg, H. “*El proceso estratégico, conceptos, contextos y casos*”. (1ª. Edición) México: Prentice Hall hispanoamericana, S.A.
- Ochoa, C. (29 de mayo de 2015). Netquest. Muestreo no probabilístico: muestreo por conveniencia Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-por-conveniencia>
- Porter, M. (1987). “Ventaja Competitiva”. (1ª edición). México: Grupo Editorial Patria.
- Raffino, M. (2019). *Planeación Estratégica: Concepto, Proceso y Modelos*. [online] Concepto.de. Available at:

- <https://concepto.de/planeacion-estrategica/> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Taylor, E. (2019). *Misión, Visión y Valores*. [online] Edgar J. Taylor. Available at: <https://jemager.wordpress.com/2010/10/06/mision-vision-y-valores/> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Thompson, Peteraf & Gamble A. (2012). "*Administración Estratégica: Teoría y casos*". (18ª edición) México: Mc Graw Hill.
- Yucatán, N. (2018). *Sexto informe de resultados sector*. Recuperado de: http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2018/09/SEXTOinformeSECTUR_B.pdf
- Yucatán, N. (2019). *Mérida supera a Puerto Vallarta y Cabo San Lucas en visitantes*. [online] SIPSE.com. Available at: <https://sipse.com/novedades-yucatan/vacaciones-verano-destino-turistico-merida-visitantes-atractivos-zonas-arqueologicas-cenotes-337190.html> [Accessed 10 Nov. 2019].
- Yucatán, N. (2019). *SEFOTUR, boletines de prensa*. Recuperado de: <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/noticia/ver/265>

ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LOGÍSTICA COMPETITIVA

Andrés Miguel Pereyra-Chan¹, Perla Elizabeth de la Cruz² y José Isidro Medina-Chan²

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Departamento de Ingeniería Industrial. Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional. Av. Tecnológico km. 4.5 S/N, Mérida, Yucatán, C.P. 97118, Tel. (999) 964-5000, 964-5001 México. ¹Profesor, ²Alumno.

Autor de correspondencia: andres.pc@merida.tecnm.mx (Andrés Miguel Pereyra-Chan); srittadelacruz@gmail.com (Perla Elizabeth de la Cruz); jimmedcha@gmail.com (José Isidro Medina-Chan)

Recibido: 31/agosto/2020

Aceptado: 21/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

Hoy existe una gran confusión en el empleo de los términos Logística competitiva y Administración de la cadena de suministros. El primero se usa como sinónimo del segundo y viceversa. Si la logística es el arte de entregar a tiempo los requerimientos de los clientes, la administración de la cadena de suministros consiste en el proceso de integrar actividades de las empresas que intervienen en la elaboración de un producto (bien o servicio) a fin de obtener valor para todas, incluyendo al consumidor final. En los altos niveles de competencia en los mercados internacionales y de nuestro país, han llevado a las empresas a la conclusión que para sobrevivir y tener éxito en entornos más agresivos, ya no basta mejorar sus operaciones ni integrar sus funciones internas, sino que se hace necesario ir más allá de las fronteras de la empresa e iniciar relaciones de intercambio de información, materiales y recursos con los proveedores y clientes en una forma más integrada, utilizando enfoques innovadores que beneficien conjuntamente a todos los actores de la cadena de suministros y logística. Sin embargo, la apertura de los mercados y la globalización de las cadenas de suministro demandan cambios estructurales en los que la logística juega un papel estratégico.

Palabras clave: Cadena de suministro, logística competitiva, logística verde

SUPPLY CHAIN ADMINISTRATION AND COMPETITIVE LOGISTICS

ABSTRACT

Today a great confusion exists in the employment of the terms competitive of logistics and supply chain management. The first one is used as synonym of the second and vice versa. If the logistics is the art of giving the requirements of the clients on time, the supply chain management consists on the process of integrating activities of the companies that intervene in the elaboration of a product (good or service) in order to obtain value for all, including the final consumer. The high levels of competition in international markets and in our country, have led companies to the conclusion that to survive and succeed in more aggressive environments, it is no longer enough to improve their operations or integrate their internal functions, but rather to It is necessary to go beyond the borders of the company and start relationships of exchange of information, materials and resources with suppliers and customers in a more integrated way, using innovative methods that benefit all actors in the supply and logistics chain. However, the opening of markets and the globalization of supply chains demand structural changes in logistics play a strategic role.

Keywords: Supply chain management, Competitive logistics, logistics green

INTRODUCCIÓN

Los modelos de negocios internacionales están cambiando de tal manera que con frecuencia se habla de nueva economía, nuevas industrias y hasta de nuevas teorías en un entorno de alta competitividad.

En la globalización de las economías ha generado una dinámica en las empresas de tal forma que han tenido que rediseñar la manera tradicional de hacer sus negocios (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

En este contexto, la logística emerge como una herramienta de apoyo fundamental creando la necesidad de crear una

mentalidad empresarial, enfocada hacia toda la Cadena de Suministros y a la vez adquieren creciente importancia las operaciones a nivel internacional, las cuales no sólo significan importación y exportación.

Las empresas multinacionales se distinguen por su capacidad para integrar y controlar operaciones internacionales, con fabricación especializada y estrategias de mercadeo globales.

La globalización exige a las empresas ser capaz de coordinar actividades complejas, de forma que las compras, la producción y la financiación tengan lugar en los países con costos más bajos. Una perspectiva global de este tipo ha evidenciado la necesidad de gestionar la logística a nivel mundial. Más concretamente, esta nueva logística debe ser

capaz de controlar el proceso complejo de distribución de inversiones dentro y entre un gran número de naciones con leyes, culturas, niveles de desarrollo económico y aspiraciones diferentes.

Y en los altos niveles de competencia de los mercados nacionales e internacionales, las empresas han concluido que para tener éxito y sobrevivir en entornos más agresivos, ya no basta mejorar sus operaciones ni integrar sus funciones internas, sino que es necesario ir más allá de las fronteras de las empresas e iniciar relaciones de intercambio de información, materiales y recursos con los proveedores y los clientes en una forma mucho más integrada, utilizando enfoques de innovación que beneficien conjuntamente a todos los actores de la cadena de suministro.

En términos generales, los nuevos paradigmas de la producción y la organización, por un lado, modifican la distribución territorial de la producción, y por el otro, se transforman en los rectores logísticos necesarios para atender los flujos físicos que genera la distribución territorial de la producción.

El desequilibrio en la distribución industrial territorial, desde el punto de vista de la logística, produce costos logísticos mayores, altera las condiciones del espacio y reduce la competitividad del territorio. De esta manera, el surgimiento de la cadena de suministro, surge para mitigar los efectos negativos de la nueva economía. Sin embargo, aun cuando ha sido utilizado en muchos sectores económicos, existe una confusión muy importante de entendimiento y conocimiento a cualquier nivel.

A continuación, en la tabla 1 se presentan diversas definiciones de logística y cadena de suministro.

Tabla1. Conceptos de logística y cadena de suministro.

Autor	Concepto
Rueda (2011)	La logística es el proceso de planear, implementar y controlar el flujo y almacenamiento eficiente y aun costo efectivo de las materias primas.
Mora (2010)	la logística como la gerencia de la cadena de abastecimiento, desde la materia prima hasta el punto donde el producto o servicio es finalmente consumido o utilizado; con tres flujos importantes de: materiales (inventarios), información (trazabilidad) y capital de trabajo (costos)
Ballesteros (2004)	La logística es aquella parte del proceso de la cadena de suministro que planea, implementa y controla el flujo y almacenamiento de productos y servicios
Jiménez & Hernández (2002)	La cadena de suministro es la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima hasta el usuario final, para crear una ventaja competitiva sustentable.
Lalonde (1992)	La cadena de suministro es la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima hasta el usuario final, para crear una ventaja competitiva sustentable.
Quinn (1997)	Una Cadena de Suministros es el conjunto de todas las actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el estado de materias primas hasta el usuario final.

Fuente: Autores varios

La logística y la cadena de suministro se entiende cada vez más como una actividad estratégica que difiere mucho de actividades operativas como contratar almacenes o vehículos de transporte; por lo tanto, el término en inglés, “Supply Chain Management” (SCM), Administración de la Cadena de Suministros fue introducido en los años 80 y desde ese momento ha sido objeto de atención por parte de las organizaciones. Hacia los años 90 se observó que académicos, investigadores e incluso consultores consideraban que SCM consistía en la administración de la logística por fuera de la empresa.

Esta posición fue soportada por la definición de logística que en ese momento había propuesto el Consejo de Administración Logística (Council of Logistics Management-CLM): “Es el proceso de planear, implementar y controlar eficientemente el flujo y almacenamiento de materia prima, inventario en proceso, productos terminados y su información relacionada desde el origen hasta el punto de consumo, en forma eficiente y al menor costo posible, para satisfacer los requerimientos de los clientes.

Durante la década de los 90 el concepto de administración de la cadena de suministro fue revaluado para pasar de la integración logística dentro de la cadena al actual concepto de integración y el manejo de procesos claves entre los componentes o miembros de las cadenas. Por lo anterior, en 1998 el CLM redefine el término logística, considerando que constituye únicamente una parte de la administración de la cadena de suministro.

El nuevo concepto que hoy prevalece es: “La logística es aquella parte del proceso de la cadena de suministro que planea, implementa y controla el flujo y almacenamiento de productos y servicios, y su información relacionada, desde el punto donde se originan hasta el punto donde se consumen, en forma eficiente y al menor costo posible, para satisfacer los requerimientos de los clientes.”

Se deben revisar y rediseñar los procesos logísticos desde el comienzo de la cadena en actividades como definición de la estructura organizacional, concepción logística del diseño del producto, definición de niveles de servicio al cliente, determinación de categorías logísticas, agrupando los productos por niveles de servicio o necesidades de manipulación, diseño de los sistemas de información, desarrollo de los sistemas de comunicación, diseño de la red de distribución, diseño de la infraestructura de distribución y definición de los indicadores de gestión.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación documental, a través de la observación y el análisis de la documentación nos permite volver la mirada hacia un tiempo pasado para de este modo comprender e interpretar una realidad actual (sincrónica) a la luz de acontecimientos pasados que han sido los antecedentes que

han derivado en los consecuentes de situaciones, acontecimientos y procesos de una realidad determinada.

De acuerdo con Hernández Sampieri (2000), la investigación documental consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio, dentro de las principales fuentes documentales se encuentran los libros, los periódicos, las revistas, las páginas de internet.

La investigación documental presenta los conceptos relevantes y actualizados del tema de investigación, así como los principales modelos, las tendencias y su evolución o desarrollo en un periodo determinado.

El presente trabajo se desarrolla consultando fuentes de información como son: libros, artículos de revista, artículos de internet, páginas de la Internet y periódicos, que abordan los temas relevantes de la logística y la cadena de suministro.

RESULTADOS

De acuerdo con Romero (2008), el término logística proviene del campo militar; está relacionado con la adquisición, suministro de los equipos y materiales que se requieren para cumplir una misión. Los ingenieros logísticos de las compañías siempre han coordinado la gestión de aprovisionamiento de los suministros y materiales y el reporte continuo de insumos para sus ejércitos, enfrentando las batallas sin contratiempos y con todo lo necesario para llevar a cabo exitosamente su misión.

En la actualidad cada vez es más frecuente la utilización de este término por parte de organizaciones que cuentan con un número elevado de puntos de suministros y de clientes geográficamente dispersos.

Según Ocampo Vélez (2009), el objetivo de la logística es aumentar las ventajas competitivas, captando y reteniendo clientes y generando un incremento en los beneficios económicos obtenidos por la comercialización y producción de los bienes y servicios, mediante la interacción de las actividades mencionadas a continuación: distribución física, aprovisionamiento de materias primas, manejo de información, tiempos de respuesta, control de nivel de inventarios, estudio de la demanda, servicio al cliente. Todo ello se traduce en una tasa de retorno de la inversión más elevada, con un aumento de la rentabilidad.

Otro de los objetivos primordiales de la logística es reducir costos y contribuir sustancialmente a las utilidades de las compañías, mediante la racionalización y optimización de los recursos utilizados.

González (2014) define los siguientes objetivos:

- Asegurar que el menor costo operativo sea un factor clave de éxito.
- Suministrar adecuada y oportunamente los productos que requiere el cliente final.
- Convertir la logística en una ventaja competitiva ante los rivales.

En la actualidad, diferentes factores, como pueden ser la creciente concienciación medioambiental, la necesidad de ofrecer un servicio post-venta más competitivo, o la necesidad del retorno y recuperación de productos con el objetivo de recuperar valor y aumentar la rentabilidad de la empresa, están generando importantes flujos de materiales y productos en dirección opuesta a la tradicionalmente asumida en la distribución comercial, y en la Logística “tradicional” (Oltra, 2010).

Esto es, desde el consumidor al fabricante. Este entorno actual, hace que cada vez sea más importante la denominada “logística inversa”, que cobra día a día una importancia cada vez mayor, siendo por tanto fundamental su correcta gestión para la competitividad de las organizaciones.

Al igual que sucede con el concepto de Logística, y aunque lleva mucho menos tiempo como concepto, también existen múltiples definiciones del concepto de Logística Inversa, también llamada “distribución inversa”, “retrologística” o “logística de la recuperación y el reciclaje”. Entre las definiciones más destacadas podemos encontrar las siguientes:

- La Logística Inversa consiste en el proceso de planificación, ejecución y control de la eficiencia y eficacia del flujo de las materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada, desde el punto de consumo hasta el punto de origen, con el fin de recuperar valor o la correcta eliminación (Rogers, Lambert, Croxton & Garcia-Dastague, 2002).
- La Logística Inversa comprende las operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales incluyendo todas las actividades logísticas de recolección, desensamblaje y proceso de materiales, productos usados, y/o sus partes, para asegurar una recuperación ecológica sostenida. (REVLOG), 2004).

Según las definiciones anteriores, si las analizas en detalle, se puede entender que la Logística Inversa constituye un importante sector de actividad dentro de la logística, que engloba multitud de actividades.

Algunas de estas actividades tienen connotaciones puramente ecológicas, como la recuperación y el reciclaje de los productos, evitando así un deterioro del medio ambiente. Otras buscan mejoras en los procesos productivos y de abastecimiento, así como mayores beneficios.

Durante años se han desarrollado conceptos y modelos para la gestión de la Logística.

Muchos especialistas en logística pretenden trasladar dichos modelos y conceptos de la Logística a la Logística Inversa; sin embargo, la Logística Inversa no es necesariamente "un cuadro simétrico de logística directa" (Fleischmann, 1997). Por ello, es necesario conocer a fondo las diferencias entre los dos campos para poder aplicar conceptos tradicionales de logística a la Logística Inversa teniendo en cuenta las diferencias existentes entre ambas.

Las diferencias principales comúnmente aceptadas entre ambos tipos de logística se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Diferencia de Logística y LI

Logística Directa	Logística Inversa
Previsión relativamente sencilla.	Previsión compleja
Transporte de uno a muchos	Transporte de muchos a uno
Calidad de producto uniforme	Calidad de producto no uniforme
Embalaje de producto uniforme	Embalaje de producto a menudo dañado
Destino/Ruta claramente definidos	Destino/Ruta no definidos
Canal normalizado	Canal dirigido por excepciones
Opciones de disposición del producto claras	Opciones de disposición no definidas claramente
Precios relativamente uniformes	Precios dependientes de muchos factores
Importancia reconocida de la rapidez de entrega	La rapidez de entrega no es considerada como prioridad habitualmente
Los costes de distribución directa están claramente controlados por sistemas contables	Los costes de la LI son mucho menos visibles
Gestión del inventario consistente	La gestión de inventario no es consistente

Fuente: Ultra-Badenes, Gil-Gómez, Bellver-López y Asensio-Cuesta, S. (2013)

Hoy en día, el concepto logístico va unido a una palabra clave: integración; es decir a la visión global de las actividades tradicionales de aprovisionamiento, producción, transporte almacenaje y distribución (Gómez, 2013). Todas estas tareas han pasado de tratarse separadamente a considerarse bajo una visión conjunta, para realizarlas con la máxima eficacia y de la forma más económica posible.



Figura 1. Relación de la logística
Fuente: González (2014)

La aplicación de la logística va más allá de determinar, por ejemplo, cómo se deben mover las mercancías: si por medio de un montacargas o por medio de un estibados; y cuándo se deben mover: si debe haber un momento de existencias; o cuándo un pedido debe entrar a la producción.

Visto de esta manera, la logística no sólo es una función del almacenamiento, manejo de materiales y transporte, sino es un método de dirección y gestión que se limita a ser una esclava de sus requerimientos (Ballesteros, 2004). Ver figura 2.

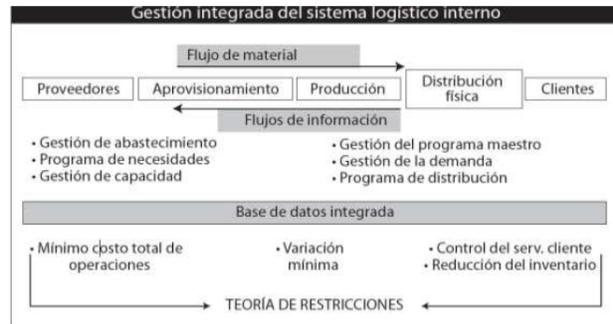


Figura 2. Gestión integrada del sistema logístico
Fuente: Ballesteros (2004)

Como resultados de la implementación de estas medidas, la nueva estructura de costos logísticos parece ser mejor o más flexible.

Es aquí cuando surge el concepto de gestión de la cadena de suministro o "Supply Chain Management", el cual no es un nombre nuevo para las tareas tradicionales, sino una redefinición de su radio de acción o cobertura y una visión extendida de la cadena de abastecimiento; integrando las cadenas logísticas de los proveedores y clientes más las organizaciones de servicios logísticos que intervienen en la cadena logística primaria.

Respecto a la gestión de la logística tradicional, las principales diferencias radican en que las áreas anexas son definidas como parte de la "Supply Chain" o cadena de suministros, adicionalmente a las metas que han sido fijadas a los responsables logísticos tradicionales de las empresas, los Gerentes de la cadena de suministros deben reducir las interfaces en la cadena de suministros, es decir, eliminar aquellos procesos que no otorgan valor agregado. En definitiva, su pensamiento debe estar orientado a los procesos y no a las funciones.

Adersen Cosulting (2002), ha propuesto una lista de 7 principios para la gestión de la cadena de suministro, basado en la experiencia de las iniciativas de mejora de la cadena de suministro en más de 100 empresas industriales, distribuidoras y detallistas.

La implementación de estos principios permite balancear las necesidades de un excelente servicio a clientes con los

requerimientos de rentabilidad y crecimiento. Al determinar qué es lo que los clientes demandan y cómo se coordinan los esfuerzos en toda la cadena de suministro para satisfacer estas demandas más rápidas, más baratas y mejores.

A continuación, se enumera cada uno de estos principios:

Principio No 1: Segmenta a sus clientes basado en las necesidades de servicio de los diferentes grupos y adapte la cadena de suministro para servir a estos mercados rentablemente.

Tradicionalmente hemos segmentado a los clientes por industria, producto o canal de ventas y hemos otorgado el mismo nivel de servicio a cada uno de los clientes dentro de un segmento. Una cadena de suministro eficiente agrupa a los clientes por sus necesidades de servicio, independiente a qué industria pertenece y entonces adecua los servicios a cada uno de esos segmentos.

Principio No 2: Adecúe la red de logística a los requerimientos de servicio y a la rentabilidad de los segmentos de clientes.

Al diseñar la red logística debemos enfocarnos intensamente en los requerimientos de servicio y la rentabilidad de los segmentos identificados. El enfoque convencional de crear redes monolíticas es contrario a la exitosa gestión de la cadena de suministro.

Principio No 3: Esté atento a las señales del mercado y alinee la planeación de la demanda en consecuencia con toda la cadena de suministro, asegurando pronósticos consistentes y la asignación óptima de los recursos.

La planeación de ventas y operaciones debe cubrir toda la cadena de suministro, buscando el diagnóstico oportuno de los cambios de la demanda, detectando los patrones de cambio en el procesamiento de órdenes y promociones a clientes, etc.

Principio No 4: Busque diferenciar el producto lo más cerca posible del cliente.

Ya no es posible acumular inventario para compensar por los errores en los pronósticos de ventas.

Principio No 5: Maneje estratégicamente las fuentes de suministro.

Al trabajar más de cerca con los proveedores principales para reducir el costo de materiales y servicios podemos mejorar los márgenes tanto para nosotros, como para los proveedores.

Principio No 6: Desarrolle una estrategia tecnológica para toda la cadena de suministro.

Una de las piedras angulares de una gestión exitosa de la cadena de suministro es la tecnología de información que debe soportar múltiples niveles de toma de decisiones, así como proveer una clara visibilidad del flujo de productos, servicios, información y fondos.

Principio No 7: Adopte indicadores de desempeño para todos los canales.

Los sistemas de medición en las cadenas de suministro hacen más que monitorear las funciones internas, deben adoptarse mediciones que se apliquen a cada uno de los eslabones de la cadena. Lo más importante es que estas mediciones no solamente contengan indicadores financieros, sino que también nos ayuden a medir los niveles de servicio, tales como la rentabilidad de cada cliente, de cada tipo de operación, unidad de negocio y en última instancia por cada pedido.

Estos principios no son fáciles de implementar, y requieren de ciertas habilidades que en algunos casos no son las que regularmente se encuentran en los profesionales de la logística.

Se requiere de un esfuerzo de grupo de habilidades multifuncionales, facilitadores que integren las necesidades divergentes de manufactura y ventas, calidad y precio, costo y servicio.

Hoy en día la competencia no es entre compañías sino entre cadenas de suministro (Sahay, 2003). Cada vez más los mercados exigen costos bajos, alta calidad de productos y eficiencia en los tiempos de entrega.

Una adecuada gestión dentro de la cadena de suministro debe ir perfilada hacia la entrega de productos de alta calidad, al precio justo y en el lugar correcto. Lograrlo implica que proveedores, fabricantes y vendedores, apliquen constantemente reingeniería en sus procesos funcionales y se implementen estrategias de colaboración a lo largo de la cadena de suministro (Birendra, Srinivasan, & Xiaohang, 2007).

El desempeño de una cadena de suministro depende fuertemente de la colaboración de sus miembros que la integran (Sepulveda & Frein, 2008).

Por consiguiente, las compañías hoy en día están realizando esfuerzos mancomunados en lograr ventajas competitivas, a través de la implementación de la estrategia de colaboración a lo largo de la cadena logística, aprovechando recursos y conocimiento de proveedores y clientes, así como coordinar e integrar el flujo de productos e información a lo largo de la cadena de suministro (Verwaal & Hesselms, 2004).

El manejo de la cadena de suministro es un tema importante en los negocios actuales. La idea consiste en aplicar un enfoque de sistemas total para manejar todo el flujo de

información, materiales y servicios de los proveedores de materia prima de fábricas y bodegas al usuario final.

El termino cadena de suministro proviene de una imagen de la manera en que las organizaciones están vinculadas, desde el punto de vista de una compañía en particular.

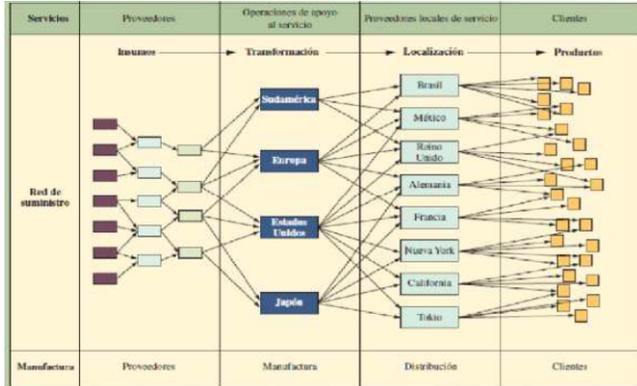


Figura 3. Red de cadena de suministro
Fuente: Roberts, Jacobs, B. Chase, & Aquilano (2009)

El término cadena de suministro evoca la **imagen de un producto o suministro que se mueve** a lo largo de la misma, de proveedores a fabricantes a distribuidores a detallistas. En efecto, esto es parte de la cadena de suministro, pero también es importante visualizar los flujos de información, fondos y productos en ambas direcciones de ella (Chopra & Meindl, 2008).

Como lo menciona Chopra y Meindl, el término cadena de suministro también puede implicar que sólo un participante interviene en cada etapa. En realidad, el fabricante puede recibir material de varios proveedores y luego abastecer a varios distribuidores. Por lo tanto, la mayoría de las cadenas de suministro son, en realidad, redes. Podría ser más preciso usar el término red de suministro para describir la estructura de la mayoría de las cadenas de suministro, como se observa en la figura 4.

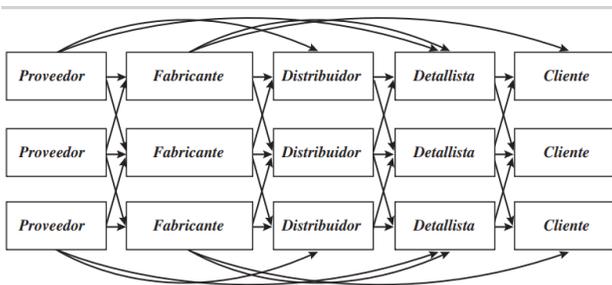


Figura 4. Etapas de la cadena de suministro
Fuente: Chopra y Meindl (2008)

Una cadena de suministro típica puede abarcar varias etapas que incluyen:

- Clientes
- Detallistas
- Mayoristas/distribuidores

- Fabricantes
- Proveedores de componentes y materias primas.

Por otro lado, Saucedo (2001) menciona que hay 4 etapas principales que componen la cadena de suministro las cuales son:

- Abastecimiento o suministro
- Fabricación o Manufactura
- Distribución
- Consumidor o Mercado

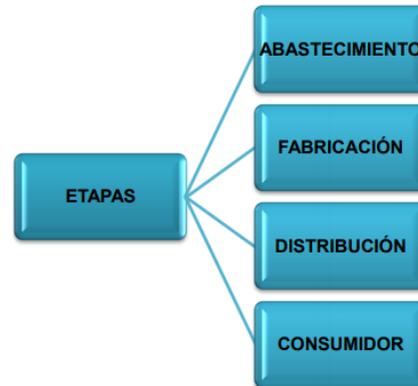


Figura 5. Etapas de la cadena de suministro
Fuente: Saucedo (2001)

Abastecimiento o suministro:

La etapa de abastecimiento se concentra en cómo, donde y cuando se consiguen y suministran las materias primas para fabricación de los productos terminados. Es la etapa relacionada con la función de compra, adquisición o abastecimiento de materias primas, insumos y soluciones complejas para el desarrollo de las actividades de fabricación o producción (Bowersox, 2007).

Fabricación:

En esta etapa se convierten las materias primas en productos terminados. Más allá del proceso propio de producción que una compañía manufacturera o de servicios pueda establecer, la cadena de abastecimiento se enfoca en definir los procesos que existe entre esta etapa de la cadena y la etapa de abastecimiento y posteriormente la de distribuidores.

De esta forma las empresas, deben establecer canales que les permitan controlar los frentes importantes que una cadena de abastecimiento requiera, las cuales se pueden consolidar en las etapas (Cala, 2005).

Distribución:

Se encarga de que dichos productos terminados lleguen al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas. Una vez finalizado el proceso de producción el producto final debe ser transportado hasta su

destino final, de acuerdo con el acuerdo realizado entre el productor y el cliente, quienes determinan el lugar de entrega y el medio de transporte para su llegada (Chopra & Meindl, 2008).

Consumidor:

Es una persona u organización que demanda bienes o servicios proporcionados por el productor o el proveedor de bienes o servicios. Es decir, es cualquiera que se ve afectado por el servicio, el producto o el proceso (Juran, 2007).

Un agente económico con una serie de necesidades y deseos que cuenta con una renta disponible con la que puede satisfacer esas necesidades y deseos a través de los mecanismos de mercado.

Cada etapa en la cadena de suministro se conecta a través del flujo de productos, información y fondos. Estos flujos ocurren con frecuencia en ambas direcciones y pueden ser administrados por una de las etapas o un intermediario.

Según Chopra y Meindl (2008), el objetivo de una cadena de suministro debe ser maximizar valor total generado.

El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste. Para la mayoría de las cadenas de suministros, el valor estará estrechamente relacionado con la rentabilidad de la cadena de suministro, que es la diferencia entre los ingresos generados por el cliente y el costo total de la cadena de suministro. Mientras más alta sea la rentabilidad de la cadena de suministro, más exitosa será ésta.

Dicho éxito debe medirse en términos de la rentabilidad y no en función de la ganancia de cada etapa.

Habiendo definido el éxito de una cadena de suministro en términos de su rentabilidad, el siguiente paso lógico es buscar las fuentes de ingresos y costos.

Todos los flujos de información, productos o fondos generan costos dentro de la misma cadena. Por lo tanto, la administración adecuada de estos flujos es una de las claves del éxito de la cadena de suministro. Una eficaz administración de la cadena de suministro comprende la administración de los activos y de los flujos de productos de información y fondos de la cadena para maximizar la rentabilidad total de la misma.

Según Collier y Evans (2009), administración exitosa de la cadena de suministro requiere tomar muchas decisiones relacionadas con el flujo de información, productos y fondos.

Cada una de ellas debe tomarse para incrementar la rentabilidad de la cadena de suministro, estas decisiones se clasifican en tres categorías o fases, dependiendo de la

frecuencia de cada decisión y el periodo durante el cual se tiene impacto.

Como resultado, cada categoría de decisiones debe considerar la incertidumbre en el horizonte como:

- Estrategia o diseño de la cadena de suministros.
- Planeación de la cadena de suministros.
- Operación de la cadena de suministros.

El diseño, la planeación y la operación de una cadena de suministro tienen un fuerte impacto en la rentabilidad y en el éxito.

Es justo decir que gran parte del éxito de las compañías es atribuible al diseño, planeación y operación eficaz de sus cadenas de suministro.

Como lo menciona Gigola, Hurtado y Musalem (2008), una cadena de suministro es una secuencia de procesos y flujos que tienen lugar dentro y entre diferentes etapas y se combinan para satisfacer la necesidad que tiene el cliente de un producto.

Existen dos diferentes formas de ver los procesos realizados en una cadena de suministro.

1. Enfoque de ciclo:

Los procesos se dividen en series de ciclos, cada uno realizado en la interfase entre dos etapas sucesivas de una cadena de suministro.

2. Enfoque de empuje/tirón:

Los procesos se dividen en dos categorías dependiendo de si son ejecutados en respuesta a un pedido del cliente o en anticipación a éste. Los procesos de tirón se inician con el pedido del cliente, mientras que los de empuje comienzan y se realizan en anticipación a los pedidos del cliente.

Logística verde

Una de las definiciones de la Logística Inversa (LI) es: "Área de la logística empresarial que planea, opera y controla el flujo y las informaciones logísticas correspondientes, del retorno de los bienes de post venta y de post consumo al ciclo de negocios o ciclo productivo, agregando valor de diversas naturalezas: económico, ecológico, legal, logístico, de imagen y corporativos", Browerxox y Closs (2001) apud Leite (2003). Otra definición dada por Rogers y Tibben-Lembke (1998), la definen como el proceso de planeamiento, implementación y control, eficiente y eficaz, del flujo de materias primas, stock en procesamiento y productos acabados, así como del flujo de información, desde el punto de consumo hasta el punto de origen, con el objetivo de recuperar valor o realizar un descarte final adecuado. La LI es un área de interés relativamente nueva y existe poca información al respecto, el proceso de la LI envuelve principalmente dos

áreas: productos finales y envases. Siendo que la LI es un área de investigación relativamente nueva en la literatura pueden ser encontrados con otros términos, como por ejemplo: logística de retorno, logística invertida, distribución inversa y retro logísticas. Es necesario observar que mucho confunden los términos de logística inversa y gestión de residuos, siendo que la última se refiere principalmente a la reco-lecta y procesamiento de productos o materiales que son depositados. Cuando nos referimos al término de residuo podemos entrar en consecuencias legales, por ejemplo, la regulación de la importación/exportación de residuos, mientras que la logística inversa se concentra en los flujos (directo e inverso) donde existe un cierto valor a ser recuperado de los productos y materiales y éstos pueden entrar en una nueva cadena productiva.

CONCLUSIONES

A partir de los nuevos paradigmas del entorno, derivados de la apertura comercial y la globalización, la relocalización mundial de las unidades productivas ha motivado el reordenamiento territorial de la producción. Paralelamente, las nuevas formas de organización empresarial y de gestión de los flujos físicos, que dieron paso a la transformación logística, apoyada e impulsada por el desarrollo tecnológico del transporte y las comunicaciones, ha sido el marco de referencia del surgimiento de la cadena de suministro.

En la actualidad uno de los objetivos más buscados por todas las empresas es la mayor eficiencia al menor costo, sin dejar por un lado los estándares de calidad y servicio al cliente.

La competitividad de los mercados internacionales ha llevado a las empresas a la conclusión de que, para sobrevivir y tener éxito en entornos más agresivos, es necesario ir más allá de las fronteras de la empresa e iniciar relaciones de intercambio de información, materiales y recursos con los proveedores y clientes en una forma mucho más integrada, utilizando enfoques innovadores que beneficien conjuntamente a todos los actores de la cadena de suministros.

La administración de la cadena de suministros, que representa una eficaz gerencia de la logística, es uno de los eslabones más importantes para lograr el éxito en las operaciones empresariales y comerciales de las compañías.

La adecuada administración de la cadena de abastecimiento y el uso de la tecnología de información darán las ventajas competitivas a las empresas que buscan su desarrollo en los mercados globalizados.

Una exitosa cadena de suministros entrega al cliente final el producto apropiado, en el lugar correcto y en el tiempo exacto, al precio requerido y con el menor costo posible.

Toda empresa que desee competir en el mercado global debe de aplicar una estrategia estructurada para lograr la

excelencia operativa aplicada por todos los actores involucrados, mediante un proceso definido de valor agregado, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes y por ende conseguir el posicionamiento de la marca y proteger la imagen global de la misma.

Así, mientras las empresas pertenezcan a una buena administración de la cadena de suministro pueden aprovechar las ventajas que proporciona la teoría del comercio y la transformación logística. Por ejemplo, penetración a nuevos y más alejados mercados, mayor acercamiento al conocimiento técnico, mejoramiento de su capital humano por medio de la capacitación, uso intensivo y adecuado de la infraestructura pública, desarrollo de nuevos productos, y en forma más general, desarrollo de nuevos y mejores sistemas logísticos y de transporte que conjuguen los factores antes señalados, con el fin de suministrar los productos adecuados a los mercados pertinentes en el tiempo preciso al menor costo.

Entre los futuros trabajos que pueden ser desarrollados tenemos: verificar el impacto de la LI en la reducción de los costos totales de la cadena productiva de petróleo así como el de otras cadenas; implementar un análisis de ciclo de vida para la cadena inversa de los productos, así como desarrollar software especializados para las actividades de LI que puedan ser integrados en sistemas ya existentes en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adersen Consulting. (2002). *Fundamentos de la Cadena de suministro*.
- Ballesteros, D. (2004). *La logística competitiva*.
- Birendra, M., Srinivasan, R., & Xiaohang, Y. (2007). "Information sharing in supply chains: incentives for. *IEE Transactions*, Vol. 39, No. 9, pp. 863-877.
- Bowersox, D. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. 2da Edición.
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. Segunda edición.
- Cala, I. (2005). *Gestión de la cadena de suministro*.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Collier, D. A. (2009). *Administración de operaciones bienes, servicios y cadenas de valor*. México: Edamsa impresiones.
- Fleischmann, M. (1997). "Quantitative models for reverse logistics: A review". *European Journal of Operational Research*, 103(1), pp.1-17.
- Gigola, C., Hurtado, M., & Musalem, E. (2008). *Adminostración de la cadena de suministro*.
- Gómez, J. (2013). *Gestión logística y comercial*.
- González, M. (2014). *Logística y cadena de suministro basada en Arquetipos*.
- Hernández Sampieri, R. (2000). *Metodología de la investigación*.

- Jiménez, J., & Hernández, S. (2002). *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*.
- Juran, J. (2007). *Análisis de la planeación y la calidad*.
- Lalonde, J. (1992). *Gestión logística*.
- Mora, L. (2010). *Gestión logística integral*.
- Oltra, B. R. (2010). *La Logística Inversa: Diferencias con la Logística Directa*. Universidad Politecnica de Valencia.
- Quinn, F. (1997). *Logistics Management*.
- R., O.-B., Gil-Gómez, H., & Bellver-López, R. y.-C. (2013). "Análisis de requerimientos funcionales para el desarrollo de un ERP adaptado a la gestión de a logística inversa. Dirección y Organización 49 (2013) 5-16.
- REVLOG, E. W. (2004). *REVLOG*.
- Roberts, F. B. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: MCGRAW-HILL / NTERAMERICANA EDITORES.
- Rogers, D. ,.-D. (2002). *The Returns Management Process. Int. J. Logist. Manag.*
- Romero, A. (2008). *Consultoria en la Logística y Transporte*. Estados Unidos: AVYASA Editores.
- Rueda, P. (2011). *logística: Administración de la cadena de suministro*.
- Sahay, B. (2003). "Supply Chain Collaboration: The Key to Value Creation". *Supply Chain Management: An International Journal.*, Vol. 52, No. 2, pp. 76-83.
- Saucedo, R. (2001). *Cadena de suministro*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Sepulveda, J., & Frein, Y. (2008). Coordination and demand uncertainty in supply chain. . *Production Planning and control*, Vol. 19, No. 7, pp. 712-721.
- Verwaal, E., & Hesselmans, M. (2004). "Drivers of supply network governance: an explorative study of the Dutch chemical industry". *European Management Journal*, Vol. 22, No. 4, pp. 442-451.

LA INVERSIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LAS UNIDADES ECONÓMICAS RURALES DE YUCATÁN

Ofelia Viridiana Pardenilla-Loeza¹ y Laura Guillermina Duarte-Cáceres²¹Universidad Tecnológica Metropolitana. Calle 115 #404 x 50 Sur, Colonia Santa Rosa, C.P. 97279. Mérida, Yucatán²Universidad Autónoma de Yucatán. Calle 20 S/N por 31 y 35-A, Colonia Chuburná, C.P. 97200. Mérida, México

Autor de correspondencia: viripardenilla@gmail.com (Ofelia V. Pardenilla-Loera), guillermina.duarte@correo.uady.mx (Laura G. Duarte Cáceres)

Recibido: 02/septiembre/2020

Aceptado: 22/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

En México, uno de los principales problemas del campo son los bajos niveles de crecimiento y de productividad, principalmente por una rescindida inversión y políticas públicas poco adecuadas. El trabajo que se presenta describe el activo total y el nivel tecnológico de las Unidades Económicas Rurales agrícolas del estado de Yucatán que en 2015 recibieron apoyo del Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas, a través de un estudio cuantitativo, no experimental y transversal. En términos generales, las 41 Unidades Económicas Rurales de la muestra realizaron inversiones destinadas a la adquisición de material vegetativo, maquinaria y equipo y sistemas de riego tecnificados (activos). El índice de nivel tecnológico presentó valores que oscilaron entre los 0.532 y 0.040 lo cual indica que todas las unidades de producción reportaron que emplean algún tipo de tecnología en sus actividades agrícolas, con lo cual se concluye que la inversión permitió aumentar el nivel tecnológico empleado por las Unidades Económicas Rurales, pues en todos los casos se tuvo una mejora.

Palabras Clave: Activo Total / Índice de Nivel Tecnológico / Inversión / Unidades Económicas Rurales

INVESTMENT AND TECHNOLOGY IN THE RURAL ECONOMIC UNITS OF YUCATAN

ABSTRACT

In Mexico, one of the main problems in the countryside is low levels of growth and productivity, mainly due to a rescinded investment and inadequate public policies. The work that is presented describes the total assets and the technological level of the Rural Agricultural Economic Units of the state of Yucatan that in 2015 received support from the Concurrence Program with the Federal Entities, through a quantitative, non-experimental and cross-sectional study. In general terms, the 41 Rural Economic Units in the sample made investments aimed at the acquisition of vegetative material, machinery, and equipment, and technified irrigation systems (assets). The technological level index presented values that ranged between 0.532 and 0.040, which indicates that all production units reported that they use some type of technology in their agricultural activities, with which it is concluded that the investment allowed to increase the technological level used by Rural Agricultural Economic Units, since in all cases there was an improvement.

Keywords: / Investment / Rural Agricultural Economic Units / Technological Level Index / Total Assets

INTRODUCCIÓN

El sector rural mexicano se caracteriza por un problema central relacionado con el desarrollo, debido principalmente al bajo crecimiento de las actividades agropecuarias y pesqueras. Esta situación se explica por diferentes causas como: el bajo desarrollo de capacidades técnicas, productivas y empresariales de los productores, las innovaciones tecnológicas insuficientes, el bajo nivel de productividad y el financiamiento insuficiente. Las capacidades limitadas obstaculizan la demanda de innovaciones tecnológicas, lo que a su vez impide acelerar el ritmo de crecimiento del sector. El problema de productividad se debe a su vez a que la incorporación de tecnologías y la gestión empresarial son limitadas y que no existe la dotación de bienes de capital suficiente. En cuanto al financiamiento, el sector rural no es atractivo para las instituciones de crédito principalmente por el riesgo

implícito en las actividades agropecuarias y, por otra parte, las instituciones públicas no han atendido esta necesidad (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2014). Sin embargo, diversos estudios señalan que el acceso a fuentes de financiamiento en el sector empresarial está relacionado con la disminución de la pobreza, el desarrollo de proyectos de inversión y la mejora de la productividad que de manera conjunta impactan favorablemente en el crecimiento de una economía (Burgess y Pande, 2005; Levine, 1997; Pollack y García, 2004).

En este sentido, Cypher y Dietz (2009) sostienen que la agricultura no se considera como prioritaria en las estrategias de desarrollo, esto significa, de acuerdo a los mismos autores, que en el sector agrícola no existe la infraestructura y capital destinado a canales de riego,

instalaciones de almacenamiento de cultivos, investigación agrícola y programas de crédito agrícola adecuados para el desarrollo del sector; como consecuencia no existe un control sobre los niveles de producción, por lo tanto, si se busca el aumento de la productividad agrícola el estado debe invertir en el sector como una forma de contrarrestar el sesgo urbano, la falta de fondos de inversión y el largo plazo de los resultados.

Otros autores concuerdan con que uno de los principales problemas del sector primario es el bajo crecimiento y la baja productividad motivado por la poca o nula inversión y la falta de políticas públicas en el sector agropecuario (Sarmiento, Ulibarri, y Canto, 2010). Sin embargo, el aumento de la productividad puede lograrse a través de la inversión productiva en el sector agropecuario (Mora, Arellano y Mendoza, 2011).

Según el diagnóstico del sector rural mexicano, el bajo nivel de producción agropecuaria y pesquera se debe principalmente a que no existe la dotación suficiente de activos productivos y al bajo nivel tecnológico porque las Unidades Económicas Rurales (UER en adelante) no cuentan con la capacidad de inversión que les permita adquirir dicha tecnología (SAGARPA-FAO, 2014).

En relación con el cambio tecnológico, por lo general la tecnología agrícola se refiere a un insumo físico, por lo tanto, es necesario que los agricultores tengan acceso a la adquisición de dicho insumo. Esto significa que es esencial la existencia de sistemas formales de crédito en el sector rural, principalmente para los pequeños agricultores, pues las nuevas tecnologías comúnmente requieren inversiones de capital fijo que permitan hacer uso eficiente de las innovaciones adquiridas (Timmer, 1988).

En este sentido, la SAGARPA a través del Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas (PECEF) se enfoca en “impulsar la productividad en el sector agroalimentario”, mediante apoyos para la inversión en infraestructura, maquinaria y equipo, animales (sementales y vientres productivos), material vegetativo y paquetes tecnológicos que permitan incrementar la capitalización de las unidades de producción (SAGARPA, 2017).

Con base a lo anterior el objetivo del presente trabajo es describir el activo total y el nivel tecnológico de las Unidades Económicas Rurales agrícolas del estado de Yucatán que en 2015 recibieron apoyo del Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas. Para alcanzar dicho objetivo se

1. Identifica la proporción de la inversión respecto al activo total de las unidades económicas rurales 2015,
2. Determina el índice de nivel tecnológico empleado por las unidades económicas rurales en 2015 derivados del aumento en la inversión,

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de investigación

Para llevar a cabo esta investigación se desarrolla una metodología con un enfoque cuantitativo. Para el desarrollo de este trabajo se emplea una base de datos proporcionada por la Dirección de Diagnóstico y Planeación de Proyectos de la SAGARPA con información de una muestra de 41 unidades de producción agrícolas del estado de Yucatán, obtenida a través de una encuesta aplicada en 2016. Esta investigación cuantitativa es no experimental porque únicamente se observa el comportamiento de las variables: inversión y nivel tecnológico. Asimismo, se debe mencionar que se trata de una investigación de diseño transversal.

Población y muestra

La población objeto de estudio está conformado por los beneficiarios del Programa en Concurrencia con las Entidades Federativas (PCEF) 2015. En este caso se tomó una muestra determinada en el Compendio de Indicadores 2015 del PCEF, que es un proyecto de monitoreo y evaluación de programas públicos dirigido por la SAGARPA y FAO cuyos Términos de Referencia indican que el marco muestral está conformado por el número de personas tanto físicas como morales que pertenecen a al subsector agrícola (en este caso particular) y que fueron apoyados por el Programa en 2015.

$$n = \frac{\sum_{j=1}^J N_j s_j^2}{N^2 \frac{d^2}{Z^2} + \sum_{j=1}^J N_j s_j^2}$$

Es muy importante puntualizar que el objetivo de este trabajo de investigación es únicamente el análisis de la muestra del estrato agrícola. En este sentido, se debe aclarar que como parte del proyecto de monitoreo y evaluación del programa, se utilizó un tipo de muestreo estratificado por subsector (agrícola, pecuario y acuícola y pesquero), considerando una distribución proporcional por tipo de apoyo (el tipo de apoyo puede variar dependiendo el destino del recurso: infraestructura, maquinaria y equipo, material genético y paquetes tecnológicos). La fórmula empleada para determinar el tamaño de muestra es la siguiente:

Para el desarrollo de la fórmula, se considera la siguiente información:

$$N = 915; d = 10\%; \alpha = 5\%; Z = 1.96; N_{agricola} = 619; s_{agricola}^2 = 999,125,087.9236$$

$$N_{pecuario} = 254; s_{pecuario}^2 = 2,405,986,866.7396;$$

$$N_{pesquero} = 42; s_{pesquero}^2 = 56,488,597,532.89$$

La población total de beneficiarios en el estado de Yucatán está conformada por las 915 personas físicas y morales que

en 2015 recibieron el apoyo del programa. N_j representa a los beneficiarios por subsector agrícola, pecuario y acuícola y pesquero respectivamente. Se debe aclarar que los datos de la varianza, margen de error permitido y nivel de confianza fueron determinados por FAO-SAGARPA.

Después de realizar el cálculo, se obtuvo una muestra de 42 UER agrícolas, 17 UER pecuarias y 3 UER pesqueras, es decir, un total de 62 UER garantizando un margen de error de $\pm 5\%$ al 95% de confianza que quedó conformada de la siguiente manera:

Cuadro 1. Tamaño de muestra

Estrato		Tipo de Apoyo				Total
		Infraestructura	Maquinaria y equipo	Material genético	Paquetes tecnológicos	
Sub Sector	Agrícola	0	3	27	12	42
	Pecuario	13	4	0	0	17
	Acuicola y Pesca	0	3	0	0	3
	Total	13	10	27	12	62

Fuente: FAO-SAGARPA, 2016

Las UER se eligieron aleatoriamente teniendo como referencia el folio único de solicitud de apoyo pagado, asignado a cada beneficiario al momento de realizar el trámite para obtener el apoyo, esta información se encuentra en el Sistema Único de Registro de Información (SURI) de la SAGARPA.

En lo que al subsector agrícola se refiere es importante mencionar que durante el proceso de cálculo de las variables, se encontró que uno de los 42 beneficiarios de la muestra, no proporcionó la información completa del cuestionario, por lo tanto, al no contar con información suficiente para las variables, se optó por considerar una muestra de 41 unidades de producción agrícolas y de esta manera tener una muestra uniforme para todas las variables.

Identificación de variables

La construcción de cada variable se realizó considerando los Términos de Referencia para el Monitoreo y la Evaluación del Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas 2014, en donde se indica una metodología para el cálculo de las variables mencionadas, gracias a que la información de la base de datos generada para la elaboración del Compendio de Indicadores del PCEF 2015 contiene los elementos necesarios. A continuación se delimita cada variable.

Inversión

La primera variable es inversión y de acuerdo con los Términos de Referencia del PCEF 2014 “mide el valor de los activos de la unidad de producción de la persona (física o moral) que fue beneficiada por el programa en el año t”. El cálculo de esta variable consiste en cuantificar el valor de todos los activos con los que cuenta el beneficiario en su unidad de producción tales como: infraestructura, maquinaria y equipo, medios de transporte, plantaciones agrícolas y

animales y especies (por ejemplo, vientres productivos de bovinos, porcinos, borregos y cabras; sementales bovinos, porcinos, borregos y cabras).

Proporción de la inversión respecto al activo total

Este indicador mide la proporción que representa la inversión realizada con el apoyo obtenido respecto al valor de los activos totales de la unidad de producción que fue beneficiada por el Programa en el año t.

Nivel tecnológico

El nivel tecnológico se calcula considerando ciertos componentes utilizados en la actividad productiva, el índice del nivel tecnológico “mide el nivel tecnológico de las actividades agrícolas apoyadas por el programa” y para su cálculo es necesario conocer el empleo de cuatro componentes que conforman el nivel tecnológico: la calidad genética del material vegetativo, la fertilización, la mecanización y el uso de sistemas de riego. A su vez cada componente está conformado por distintas características que tienen diferente valor. El índice de nivel tecnológico debe aumentar cuando se obtiene mayor inversión en la UER.

Instrumento

En este trabajo, se consideró como instrumento de recolección de información la encuesta diseñada por SAGARPA-FAO con la finalidad de recabar el mismo tipo de información que permitiera obtener un conjunto de indicadores para elaborar el compendio, dado que el proyecto se desarrolló a nivel nacional. La aplicación de la encuesta estuvo a cargo de una entidad consultora estatal y se realizó como parte del proyecto de 2016. Este trabajo se realizará con la información de la base de datos obtenida por la entidad consultora.

La aplicación de la encuesta se realizó en las 42 unidades de producción de ocho comunidades del estado de Yucatán: en el municipio de Motul la cabecera municipal con el mismo nombre y la comisaría de Kopté, en el municipio de Izamal la comisaría de Cilticum, Tizimín, Espita, Tekax, Oxkutzcab y en el municipio de Ticul la comisaría de Yotholín.

De acuerdo con la planeación del proyecto, el levantamiento de la información se llevó a cabo en el periodo febrero-mayo de 2016. El registro de la información recabada se realizó en un sistema de información diseñado por el equipo de trabajo de FAO en el periodo mayo-junio 2016, a partir de la información del sistema se generó una base de datos que fue proporcionada para realizar el análisis propuesto en este trabajo. Para el procesamiento de la información se utilizaron tanto hojas de cálculo de Excel como el paquete estadístico SPSS 23.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la muestra

Como se mencionó en la metodología, este trabajo se centra en una muestra de beneficiarios del Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas de la SAGARPA que en 2015 recibieron algún tipo de apoyo para las actividades agrícolas de sus unidades de producción.

En el siguiente cuadro se puede observar que del total de la muestra, el 95% son hombres, el 85% habla una lengua indígena y el total de este porcentaje corresponde a la lengua maya, asimismo, el 80% sabe leer y escribir. En cuanto a las unidades de producción de la muestra, es importante destacar que además de las actividades agrícolas, el 20% también realiza actividades pecuarias.

Cuadro 2. Características de la muestra

Variable	Porcentaje
Sexo (hombre)	95%
Habla lengua indígena	85%
Leer y escribir	80%
Actividades pecuarias	20%

Fuente: elaboración propia, 2018

Del conjunto de datos socioeconómicos se puede apreciar que la desviación estándar es bastante grande en algunas características, lo que indica que existen diferencias grandes tanto entre las UER que fueron apoyadas por el programa, principalmente en los tipos de posesión de la tierra, la superficie total y los años de escolaridad del beneficiario.

Cuadro 3. Características socioeconómicas

	N	Mín	Máx	Media	Desv Stánd
Edad	41	25	84	60.2	13.39
Escolaridad (años)	41	0	16	4.5	3.53
Personas en el hogar	41	1	10	3	1.68
Dep. Econ. Men. 15	41	0	3	1	0.84
Dep. Econ. May. 15	41	0	3	2	0.97
Dependientes total	41	0	5	2	1.33
Años de la UER	41	2	50	23.4	12.64
Superficie ejidal (ha)	41	0	50	5.3	8.55
Superficie privada (ha)	41	0	100	4.9	17.67
Superficie total (ha)	41	1	100	10.2	18.24

Fuente: elaboración propia, 2018

En el cuadro 4 se puede apreciar que existen unidades de producción con ingresos de \$150,000 pesos, así como unidades de producción con ingresos de \$1,000 pesos anuales. Se presenta la mediana de los datos, puesto que existen diferencias grandes entre las UER. Por ejemplo, la mediana del ingreso interno total es de \$24,000 pesos anuales, sin embargo, de las 41 unidades de producción, se tienen 20 UER con ingresos que van de los \$1,000 pesos a los \$24,000 pesos anuales, y por otra parte se tienen 20 UER con ingresos que van de los \$24,000 pesos a los \$150,000 pesos anuales.

¹ De acuerdo con información del SURI (2015) la maquinaria y equipo para las actividades agrícolas puede ser de los siguientes tipos: Abonadora, aspersora, aspersora de aguilón, bordero, cultivadora, devastadora,

En lo que se refiere a los apoyos otorgados por el programa, se tienen dos características principales, por una parte se encuentra el motivo de solicitud del apoyo que determinará el impacto de la inversión realizada y por otra parte se tiene el tipo de apoyo recibido que a su vez determina el tipo de inversión realizada en la UER.

Cuadro 4. Ingresos de la UER

Fuente de ingreso	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Ingreso agrícola	39	1,000.00	150,000.00	12,000.00
Ingreso pecuario	6	10,000.00	63,000.00	55,000.00
Ingreso interno total	41	1,000.00	150,000.00	24,000.00

Fuente: elaboración propia, 2018

De acuerdo a lo anterior, en el siguiente cuadro se puede observar el motivo de solicitud del apoyo en orden de importancia. En este caso cabe aclarar que cada beneficiario podía mencionar más de un motivo por el cual tramitó el apoyo. Se puede observar que las respuestas más populares están relacionadas con la producción, el rendimiento y el uso de tecnología:

Cuadro 5. Motivo de solicitud del apoyo

Respuestas	Porcentaje
Incrementar la capacidad productiva	53.7%
Mejorar la calidad de la producción	41.5%
Incrementar rendimientos	26.8%
Adoptar nuevas tecnologías	22.0%
Renovación de equipo	9.8%
Otro	7.3%
Reducción de costos	4.9%

Fuente: elaboración propia, 2018

El tipo de apoyo otorgado por la SAGARPA en el estado de Yucatán en 2015 para las actividades agrícolas se destinó a la obtención de: maquinaria y equipo, material vegetativo y sistemas de riego tecnificados. En la metodología se presentó información relacionada con el cálculo de la muestra cuyo objetivo fue seleccionar a los beneficiarios que conformen una muestra representativa de cada tipo de apoyo. De acuerdo a las respuestas proporcionadas por los beneficiarios, se obtuvo la información del siguiente cuadro:

Cuadro 6. Tipo de apoyo recibido

Tipo de apoyo	Porcentaje
Maquinaria y equipo	29%
Material genético	59%
Sistema de riego tecnificado	12%

Fuente: elaboración propia, 2018

El principal tipo de apoyo otorgado fue para la adquisición de material genético o material vegetativo que en el estado de Yucatán puede ser de los siguientes tipos: injertos de aguacate, plantas de cocotero, plantas de papaya maradol, plantas de pitahaya y vástagos de henequén. El apoyo para la adquisición de maquinaria y equipo¹ se otorga para actividades de siembra, cultivo y fertilización de los

empacadora, ensiladora, escrepa, fertilizadora, rastra pesada, remolque, sembradora, subsuelo.

productos agrícolas. Asimismo, la adquisición del sistema de riego tecnificada fue para el 12% del total de la muestra. Es importante mencionar que por medio del cuestionario únicamente se recabó información del tipo de apoyo más no se preguntó específicamente el producto adquirido, tanto en el caso del material vegetativo como en maquinaria y equipo. Sin embargo sí se consideró como parte de la entrevista, los principales cultivos que fueron beneficiados con la inversión realizada.

Es importante señalar que durante el trabajo de campo, se solicitó información de los dos principales cultivos de la UER, del total de la muestra 30 unidades de producción reportaron dos cultivos principales y 11 unidades de producción reportaron información para un único cultivo. Es necesario aclarar esta información puesto que en la variable índice de nivel tecnológico, será necesario tomar en cuenta el tipo de cultivo de la UER para su cálculo.

Proporción de la inversión respecto al activo total de la UER

Para determinar la proporción que representa la inversión realizada al recibir el apoyo del PCEF respecto al activo total de las unidades de producción agrícolas, primeramente es necesario identificar el total de activos productivos de las UER agrícolas, que se compone de cinco tipos: infraestructura, maquinaria y equipo, equipo de transporte, plantaciones y el valor de los animales.

En este sentido, en el cuadro 8 se presentan los principales resultados de cada tipo de activo con el que cuentan las UER. Se puede observar que se tiene información del número de unidades de producción que reportaron algún tipo de activo, el valor mínimo, el valor máximo y la mediana de cada tipo de activo, así como del activo total:

Cuadro 7. Tipo de activo de la UER

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Infraestructura	7	10,000.00	1,500,000.00	175,000.00
Maquinaria y equipo	9	100.00	1,200,000.00	7,000.00
Medios de transporte	25	1,000.00	250,000.00	25,000.00
Plantaciones	40	3,000.00	170,000.00	20,000.00
Animales	7	10,000.00	6,000,000.00	446,000.00
Activo Total	41	3,000.00	6,442,000.00	43,000.00

Fuente: elaboración propia, 2018

Se presentó información del mínimo, máximo y mediana puesto que al haber diferencias grandes entre las unidades de producción, el promedio de los datos no representaba a la muestra de UER. En la información del cuadro 8 se puede observar que existe una gran diferencia entre el mínimo y el máximo de los datos, además de que la mediana al representar el valor central del conjunto de datos, muestra que también hay muchas diferencias tanto entre los datos menores a la mediana como entre los datos mayores a esta. De las unidades de producción, el activo más común fueron las plantaciones (de árboles como cedro o ramón) 40 UER reportaron este activo; mientras que los activos menos

comunes fueron la infraestructura y los animales, sólo 7 UER afirmaron que cuentan con dichos activos.

Continuando con el cálculo de la variable de proporción del nivel de inversión respecto al activo total, es necesario identificar el monto total del apoyo otorgado a los beneficiarios del PCEF en 2015. El apoyo representa el recurso otorgado por el programa que puede ser monetario o en especie, y en la mayoría de los casos el beneficiario también debe realizar aportaciones monetarias y/o en especie para la adquisición del concepto del apoyo. Es decir, el programa aporta un porcentaje del monto total del proyecto y el beneficiario debe poder cubrir el otro porcentaje para realizar la inversión. Cada unidad de producción puede ser beneficiada por más de un tipo de apoyo que en el caso de las actividades agrícolas puede referirse a infraestructura, maquinaria y equipo, paquetes tecnológicos y material vegetativo principalmente. Cabe señalar, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por la muestra, únicamente dos unidades de producción fueron beneficiadas con más de un tipo de apoyo.

A continuación se puede observar un resumen descriptivo de los apoyos otorgados por el gobierno, la aportación monetaria y en especie del beneficiario y la inversión total realizada en la unidad de producción.

Cuadro 8. Inversión realizada en la UER

	N	Mínimo	Máximo	Mediana
Gobierno	41	7,140	750,000	70,000.00
Beneficiario, monetario	28	1,600	750,000	30,000.00
Beneficiario, especie	9	1,500	18,000	5,000.00
Inversión total	41	7,140	1,500,000	108,000.00

Fuente: elaboración propia, 2018

Con respecto a las dos UER que recibieron un segundo apoyo del PCEF, se observa que la primera fue para una inversión total de \$72,000 pesos y la segunda para una inversión total de \$16,000 pesos.

Los resultados obtenidos demuestran, en términos generales, que las UER de la muestra realizaron inversiones destinadas a la adquisición de material vegetativo, maquinaria y equipo y sistemas de riego tecnificados.

Una vez que se determinó el activo total con que cuentan las unidades de producción, así como la inversión total realizada en función del apoyo recibido, es posible determinar la proporción de la inversión respecto al activo total de la UER agrícola, calculada de la siguiente manera:

$$\text{Proporción de la inversión respecto al activo total} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Activo total}}$$

La proporción de la inversión respecto al activo total es una variable cuya finalidad es determinar qué tan significativa es la inversión realizada por el beneficiario al recibir el apoyo del Programa en función de los activos totales con los que

cuenta la unidad de producción. De dicha variable se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 9. Proporción de la inversión respecto al activo total

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desv. Stánd.
Proporción de la inversión	41	0.096	57.49	1.52	5.84	12.52

Fuente: elaboración propia, 2018

En esta variable se observa que al tener resultados con grandes diferencias entre las UER, el promedio no representa a la muestra, pues la desviación estándar es mucho mayor que la media. Asimismo se puede apreciar, que el valor central de los datos de la muestra, es decir la mediana, indica que las 20 unidades de producción con resultados menores a la mediana van de 0.096% a 1.52%, mientras que las 20 unidades de producción con porcentajes mayores van de 1.52% a 57.49%.

Nivel Tecnológico

Ribeiro (2013) menciona que de acuerdo con la función de producción de Leontief o función de producción de proporciones fijas, la función de producción de la actividad agrícola *i* en el año *t* está determinada por el mínimo del cociente entre los factores productivos y sus coeficientes tecnológicos.

El nivel tecnológico empleado por la unidad de producción se calculó mediante un índice debido que considera los distintos cultivos de la muestra, al ser diferentes las características entre dichos cultivos, el uso de índices permite realizar comparaciones entre las UER.

El índice se obtuvo de la siguiente manera:

$$INT \text{ ponderado de la } UER_i = \sum_{c=1}^c (W_c * INT \text{ del cultivo } c)$$

Donde:

INT es el Índice de Nivel Tecnológico

El índice *i* señala las unidades de producción de la muestra

W_c es el ponderador del cultivo *c* que se define como:

$$W_c = \frac{Superficie \text{ cultivada}_c}{Superficie \text{ total cultivada por la } UP_i}$$

El índice *c* señala el tipo de cultivo de la unidad de producción

El *INT* de los cultivos incluyó cinco componentes: a) calidad genética del material vegetativo, b) fertilización, c) mecanización de labores, d) sistema de riego y e) manejo de plagas. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$INT \text{ del cultivo}_c = \frac{1}{5} * \sum_{k=1}^5 SubIT \text{ del cultivo}_c$$

El índice *k* se refiere a cada componente que conforma el *INT*. El *SubIT* se calculó de la siguiente forma:

$$SubIT \text{ del cultivo}_c = \sum_{k=1}^n S_k * V_k$$

En donde *S_k* se define como:

$$S_k = \frac{Superficie \text{ sembrada con el componente } k}{Superficie \text{ total del cultivo}_c}$$

V_k es un valor asignado de acuerdo al tipo de componente, y se determina en los términos de referencia de la SAGARPA-FAO (2015), el cual puede ser de los siguientes tipos:

El componente de calidad genética del material vegetativo, que señala el valor asignado de acuerdo al tipo de semilla utilizada en la siembra de cultivos.

Cuadro 10. Componente calidad genética del material vegetativo

Factor	Valor asignado
Criollo no seleccionado	0.00
Criollo seleccionado o mejorado	0.33
Mejorado no certificado	0.66
Certificado	1.00

Fuente: elaboración propia, 2018

El componente fertilización, que indica un valor según el tipo de fertilización:

Cuadro 11. Componente fertilización

Factor	Valor asignado
Sin fertilización	0.00
Abonos	0.33
Composta/fertilizantes químicos	0.66
Biofertilización	1.00

Fuente: elaboración propia, 2018

El componente sistema de riego, que valora la tecnología empleada por la UER en el sistema de riego.

Cuadro 12. Componente sistema de riego

Factor	Valor asignado
Sin riego	0.0
Rodado canal sin revestir	0.2
Rodado canal revestido o entubado	0.4
Aspersión básico	0.7
Aspersión automatizado	0.8
Goteo o microaspersión básico	0.9
Goteo o microaspersión automatizado	1.0

Fuente: elaboración propia, 2018

Para el componente mecanización se contabilizaron 10 labores mecanizables, en caso de que en la unidad de producción se lleven a cabo todas las labores de manera mecanizada, el valor de *V_k* es de 1.0, por lo tanto a cada labor se le asignó el valor de 0.1, dichas labores son: barbecho, rastreo, nivelación, surcado, siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas y enfermedades, podas y eliminación de brotes y cosecha.

Cuadro 13. Componente manejo de plagas

Factor	Valor asignado
Sin manejo	0.0
Medidas culturales no dirigidas (MCND)	0.2
Medidas culturales dirigidas (MCD) o aplicación de plaguicidas	0.4
Combinación de dos o más métodos	0.7
Manejo basado en dos o más métodos, con criterios de decisión	1.0

Fuente: elaboración propia, 2018

La combinación de dos o más métodos puede referirse a: MCD, plaguicidas, control biológico, uso de feromonas, etc. El manejo basado en dos o más métodos, con criterios de decisión puede consistir en: monitoreo, umbrales de acción; selectividad, baja toxicidad y/o manejo de la resistencia a plaguicidas, etc.

Como se mencionó en la caracterización de la muestra, se tienen 30 unidades de producción que reportaron información para dos cultivos principales y 11 unidades de producción que informaron acerca de un solo cultivo. De los resultados obtenidos del cálculo del índice tecnológico para el componente calidad genética del material vegetativo para los dos principales cultivos reportados por la UER fueron los siguientes:

Cuadro 14. Calidad genética del material vegetativo

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	7	0.33	0.66	0.33	0.377	0.125
Cultivo 2	7	0.33	0.66	0.33	0.377	0.125

Fuente: elaboración propia, 2018

Se encontró que del total de la muestra, únicamente 7 unidades de producción utilizaron semillas o plántulas con un tipo de calidad genética, es decir, para los dos principales cultivos se tienen 7 UER que utilizaron semillas o plántulas criollas seleccionadas o mejoradas no certificadas. En ambos cultivos se obtuvo un índice tecnológico en la calidad del material vegetativo promedio de 0.377 puntos, con una variación esperada respecto al promedio de 0.125 puntos. El valor máximo observado en ambos cultivos indica que de las 7 unidades de producción con mayor nivel tecnológico de este componente emplearon material vegetativo mejorado no certificado, y las de menor nivel tecnológico emplearon semilla criolla seleccionada no mejorada.

El siguiente componente se refiere al índice tecnológico del tipo de fertilizante utilizado en los dos principales cultivos. De igual forma, del total de la muestra, 24 unidades de producción emplearon algún tipo de tecnología en el tipo de fertilizante para el cultivo 1, mientras que para el cultivo 2 se tienen 20 unidades de producción que manejaron algún tipo de tecnología en este componente:

Cuadro 15. Tipo de fertilizante

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	24	0.165	0.66	0.38	0.451	0.170
Cultivo 2	20	0.165	0.66	0.33	0.426	0.163

Fuente: elaboración propia, 2018

El valor promedio de este índice fue de 0.451 para el cultivo uno y de 0.426 para el cultivo dos, con una diferencia respecto a dichos promedios de 0.170 y 0.163 puntos respectivamente. En ambos cultivos los valores máximos y mínimos obtenidos indican que las unidades de producción no emplearon fertilizantes, utilizaron abonos o fertilizantes químicos (cuadro 11. Componente fertilización).

En cuanto al componente sistema de riego, 24 unidades de producción en el cultivo 1 y 22 unidades de producción en el cultivo 2 emplearon algún tipo de sistema de riego. El índice tecnológico del componente sistema de riego que los beneficiarios utilizaron en los dos principales cultivos, tuvo un valor promedio de 0.660 y 0.603 puntos, con una diferencia esperada de 0.234 y 0.264 respecto al promedio, respectivamente. Asimismo, el valor máximo tanto para el primer y segundo cultivo fue de 0.90 puntos, lo que indica que el sistema de riego más tecnificado que utilizaron las UER fue el goteo por microaspersión básico:

Cuadro 16. Sistema de riego

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	24	0.032	0.9	0.7	0.660	0.234
Cultivo 2	22	0.166	0.9	0.7	0.603	0.264

Fuente: elaboración propia, 2018

Continuando con el componente labores mecanizadas, se tienen 14 unidades de producción que utilizaron algún tipo de mecanización tanto para el cultivo 1 como para el cultivo 2. En la información obtenida se observó que las UER utilizan el mismo tipo de mecanización para ambos cultivos, como puede apreciarse en el cuadro 17:

Cuadro 17. Labores mecanizadas

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	14	0.1	0.6	0.3	0.339	0.164
Cultivo 2	14	0.1	0.6	0.3	0.339	0.164

Fuente: elaboración propia, 2018

El índice promedio para ambos cultivos fue de 0.339, con una diferencia esperada de 0.164 puntos y un valor máximo de 0.6 puntos y un valor mínimo de 0.1 puntos. Es decir, las unidades de producción que mayor nivel tecnológico emplean en este componente, realizan de forma mecanizada 6 tipos de labores y aquellas con menor nivel tecnológico sólo realizan de forma mecanizada una labor.

El quinto y último componente considerado en el nivel tecnológico es el tipo de manejo de prevención y control de plagas y enfermedades que el beneficiario utilizó en sus dos principales cultivos, como se observa en el cuadro 19 todas las unidades de producción toman algún tipo de medida para la prevención y control de plagas y enfermedades en sus cultivos:

Cuadro 18. Prevención y control de plagas y enfermedades

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	41	0.2	1.0	0.2	0.380	0.244
Cultivo 2	30	0.2	1.0	0.2	0.411	0.265

Fuente: elaboración propia, 2018

Este es el componente que representó el mayor índice tecnológico obtenido por las unidades de producción de la muestra, en el cuadro anterior se puede observar que el valor promedio para el cultivo uno fue de 0.380 con una diferencia esperada de 0.244 puntos, un valor máximo de 1.0 y un valor mínimo de 0.20 puntos. En cuanto al segundo cultivo, el valor promedio del índice fue de 0.411 con una desviación estándar de 0.265 puntos, un valor máximo de 1.0 y un valor mínimo de 0.20 puntos. Como se puede observar, los datos indican que en la muestra se tienen unidades de producción cuyo manejo de prevención y control de plagas y enfermedades es el basado en dos o más métodos, con criterios de decisión (monitoreo, umbrales de acción; selectividad, baja toxicidad y/o manejo de la resistencia a plaguicidas, etc.) que represente el nivel tecnológico más alto de este componente, y al menos se tienen UER que emplean las medidas culturales no dirigidas para el manejo de plagas en los dos principales cultivos.

En lo que se refiere a la superficie sembrada, dado que es un dato necesario para el cálculo de la variable índice de nivel tecnológico, se presenta información correspondiente a los dos principales cultivos de las unidades de producción:

Cuadro 19. Superficie sembrada (en hectáreas)

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	41	0.40	70.00	2.0	4.737	10.710
Cultivo 2	30	0.15	10.00	1.0	1.788	1.795
Superficie total	41	0.95	80.00	4.0	6.046	12.177

Fuente: elaboración propia, 2018

En el cuadro 20 se aprecia que existen diferencias grandes entre las unidades de producción, por lo tanto, el promedio no representa a la muestra. En este sentido se presenta información del mínimo y máximo de hectáreas sembradas, así como de la mediana para describir de manera general a las UER de la muestra.

El índice de nivel tecnológico obtenido para cada tipo de cultivo se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 20. Nivel Tecnológico

	N	Mín	Máx	Mediana	Media	Desviación estándar
Cultivo 1	41	0.04	0.532	0.252	0.242	0.168
Cultivo 2	30	0.04	0.532	0.252	0.411	0.265

Fuente: elaboración propia, 2018

Se puede observar que el nivel tecnológico promedio para el primer cultivo reportado fue de 0.242 y para el segundo tipo de cultivo fue de 0.411 puntos. El máximo nivel tecnológico alcanzado fue de 0.532 y el mínimo de 0.04 para ambos tipos de cultivos.

Una vez que se realizaron todos los cálculos necesarios, se procedió a determinar el índice de nivel tecnológico ponderado, los estadísticos descriptivos obtenidos son los siguientes:

Cuadro 21. Nivel tecnológico ponderado

Estadísticos	Resultado
N	41
Media	0.240
Mediana	0.242
Moda	0.040
Desviación estándar	0.164
Asimetría	0.255
Curtois	-1.237
Mínimo	0.040
Máximo	0.532

Fuente: elaboración propia, 2018

El índice de nivel tecnológico ponderado promedio de las UER de la muestra es de 0.240 puntos con una diferencia respecto a dicho promedio de 0.164 puntos. La mayoría de las unidades de producción tuvieron un índice de 0.04 puntos. Al igual que se reportó en el Índice de Nivel Tecnológico por tipo de cultivo, el máximo nivel tecnológico alcanzado fue de 0.53 y el mínimo de 0.04 puntos.

CONCLUSIONES

En este sentido, como primer paso se identificó la primera variable que fue la proporción de la inversión respecto al activo total de las UER o cambio en el capital de la UER. Esta variable es importante para el trabajo porque permite mostrar los cambios en los activos productivos con los que cuenta la UER, es decir, por medio del cálculo de la variable se puede conocer en qué medida se modifica el capital de la unidad de producción, de acuerdo al monto de la inversión realizada y la cantidad de activo total con que cuenta la UER al momento de realizar dicha inversión, en buena medida, con esta variable se tiene un primer efecto de la inversión, pues de acuerdo con Munnell (1992) la inversión para un área o sector de la economía permite mejorar su capacidad productiva y Mora et. al (2011) consideran que la inversión representa un medio para incrementar los niveles de producción en el sector primario.

Posteriormente, se determinó mediante un índice, el índice de nivel tecnológico de la UER, dicho índice se pudo presentar como resultado de la aplicación de la inversión, e indica en qué medida la inversión permitió que la unidad de producción tuviera un determinado nivel tecnológico. En el desarrollo del trabajo se encontró que el índice de nivel tecnológico de la muestra presentó valores que oscilaron entre los 0.532 y 0.040 y que todas las unidades de producción reportaron que emplean algún tipo de tecnología en sus actividades agrícolas, con lo cual se concluye que la inversión permitió aumentar el nivel tecnológico empleado por las UER, pues en todos los casos se tuvo una mejora.

Es importante señalar, que por el tipo de estudio desarrollado, no se puede hacer inferencias con los resultados obtenidos, que permitan concluir acerca de la población. Esto significa que es necesario desarrollar estudios posteriores si se quiere realizar recomendaciones para los tomadores de decisiones.

En el desarrollo del trabajo, se pudo observar que se disponía de información relacionada con la muestra seleccionada por el Programa en 2015, esta muestra se determinó para poder presentar los resultados de un conjunto de indicadores inmediatos como: nivel de capitalización, proporción del valor del activo adquirido respecto al nivel de capitalización y nivel tecnológico. El objetivo de esta medición fue presentar los resultados del PCEF en 2015 y poder continuar con este estudio en años posteriores para finalmente realizar una evaluación de impacto de los resultados del apoyo. Por lo anterior, se recomienda aumentar el tamaño de muestra para poder realizar estudios explicativos que permitan generalizar los hallazgos encontrados en la muestra a la población objeto de estudio. Si se aumenta el tamaño de muestra, se podría llevar a cabo un análisis de regresión, por ejemplo, que permita determinar si dichas relaciones son estadísticamente significativas, con esto se podría enriquecer los resultados de evaluación del programa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burgess, R. y Pande, R. (2005) "Do rural banks matter? Evidence from the Indian social banking experiment". *American Economic Review*, 95(3), 780-795.
- Cypher, J., Dietz, J. (2009). *The process of economic development*. USA. Routledge
- Levine, R. (1997). Financial development and economic growth. *Journal of Economic Literature*, 35(2), 688-726
- Mora, R. J., Arellano, G. y Mendoza, F. (2011). *Determinantes de la inversión en la agricultura mexicana*. Centro de Estudios Económicos. México: El colegio de México AC.
- Munnell, H. (1992). Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 6 (4), 189-198.
- Pollack, M. y García, A. (2004) *Serie financiamiento al desarrollo. Crecimiento, competitividad y equidad: rol del sector financiero*. Santiago de Chile: CEPAL.
- SAGARPA-FAO. (2014). *Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012*. Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/programas2/>
- SAGARPA. (2017). Reglas de Operación. Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas. México.
- Sarmiento, J., Ulibarri, H., y Canto, A. (2010). Estructura y dinámica económica del sector primario de Yucatán. En Durán, G. y Méndez, G. (Ed.). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).
- Timmer, P. (1988). The agricultural transformation. En Chenery, H. and Srinivasan, T.N. (Ed.). *Handbook of Development Economics*. Elsevier Science Publishers B.V.

EVALUACIÓN DE DOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS PARA ABEJAS (*Apis mellifera* L.)

Jorge Ismael Tucuch-Haas¹, María Alma Rangel-Fajardo¹, César Jacier Tucuch-Haas², Johnny Abraham Burgos-Díaz¹, Esaú Ruíz-Sánchez³ y Fátima del Rosario Yam-Herrera³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Mochochá. km 25 antigua carretera Mérida-Motul. CP. 97454. Mochochá, Yucatán, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS del Sur del estado de Yucatán, carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto Tramo Oxkutzcab-Akíl, km. 41+400 Oxkutzcab, CP. 97880. Oxkutzcab, Yucatán, México.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, CP. 97345. Conkal, Yucatán, México.

Autor para correspondencia: cesar_5204@hotmail.com (César Jacier Tucuch-Haas)

Recibido: 18/septiembre/2020

Aceptado: 28/septiembre/2020

Publicado: 30/septiembre/2020

RESUMEN

La apicultura es una de las actividades más antiguas de la humanidad, los pueblos antiguos ya cosechaban la miel, alimento nutritivo por su alto contenido de vitaminas, sales minerales y azúcares de fácil digestión, sin embargo, el cambio climático y las largas temporadas de escasez de alimento en el campo, afectan considerablemente el desarrollo poblacional y la producción de miel, ante tal situación, una de las soluciones, es el suministro de alimentación alternativa, por tal motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar dos alternativas de alimentación que favorezcan el mantenimiento y desarrollo de la población de la colonia durante la época de escasez (mayo-octubre), más un testigo (jarabe de azúcar 1:1 p/v), para dicha investigación, se establecieron tres grupos de a cinco colonias, donde se recabaron datos de aceptación, ganancia de peso, estimación de cría operculada, estimación de néctar y polen almacenado. De los resultados, Apitir-plus tuvo una aceptación promedio del 73 %, seguido del Apitir con 57 %, Apitir-plus presentó la mejor respuesta para las variables, ganancia de peso (3.8 kg), presencia de área con cría operculada (502.6 cm²), con néctar (825.4 cm²) y con polen (284.6 cm²), superando a Apitir en todas las variables (peso 2.4 kg, cría operculada 159.4 cm², área con néctar 212.2 cm² y área con polen 161 cm²), por lo tanto se concluye que Apitir-plus fue la mejor alternativa de alimentación durante la época de escasez, incrementa la ganancia de peso, aumentan la población y estimula la recolecta de néctar y polen.

Palabras clave: Alimentación alternativa, Apicultura, Apitir, Desarrollo poblacional

EVALUATION OF TWO FOOD SUPPLEMENTS FOR BEES (*Apis mellifera* L.)

ABSTRACT

Beekeeping is one of the oldest activities of humanity, ancient peoples already harvested honey, a nutritious food due to its high content of vitamins, mineral salts and easily digestible sugars, however, climate change and long periods of scarcity of food in the field, considerably affect population development and honey production, in such a situation, one of the solutions is the supply of alternative food, due to the aforementioned, the present work aimed to evaluate two food alternatives that favor the maintenance and development of the colony population during the lean season (may-october), plus a control (sugar syrup 1:1 p/v), for this research, three groups of five colonies were established, where data were collected of acceptance, weight gain, estimate of capped brood, estimate of nectar and stored pollen. From the results, Apitir-plus had an average acceptance of 73 %, followed by Apitir with 57 %, Apitir-plus presented the best response for the variables, weight gain (3.8 kg), presence of area with capped brood (502.6 cm²), with nectar (825.4 cm²) and with pollen (284.6 cm²), surpassing Apitir in all variables (weight 2.4 kg, capped brood 159.4 cm², area with nectar 212.2 cm² and area with pollen 161 cm²), therefore concludes that Apitir-plus was the best food alternative during the lean season, increasing weight gain, increasing population and stimulating the collection of nectar and pollen.

Keywords: Alternative nutrition, Beekeeping, Apitir, Population development

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una de las actividades más nobles y antiguas de la humanidad, en la historia, los pueblos antiguos se dedicaban a su explotación, cosechando la miel, que es considerada como uno de los alimentos más nutritivos que se conoce por su contenido de vitaminas, sales minerales y azúcares de fácil digestión (Cabezas-Zabala *et al.*, 2016). La

producción mundial de miel está en torno a 1, 200, 000 toneladas al año (Barrera, 2018). En México, la actividad apícola es de importancia Socioeconómica y Ecológica (Magaña *et al.*, 2016), posición que adquiere por su generación de empleos a más de 40, 000 apicultores a lo largo de la república mexicana (Alaniz-Gutiérrez *et al.*, 2016), ocupando el sexto lugar como productor y el tercer lugar como exportador a nivel mundial (Magaña *et al.*, 2017). En

el estado de Yucatán, el sector apícola representa para las familias rurales, una oportunidad de trabajo que les permite incrementar sus ingresos y contribuir con un mejor desarrollo familiar y con la fauna silvestre, ya que las abejas son fundamentales para el equilibrio del medio ambiente (Magaña *et al.*, 2016), debido a que realiza la actividad de recolección para obtener su alimento, visitando a millones de las flores y fomentando en las plantas la capacidad de fecundarse, a este proceso se le llama polinización (Nates-Parra, 2016), es por eso, que las abejas al igual que los seres vivos, necesitan de alimento que contenga proteínas, carbohidratos, grasas, entre otros compuestos, que son necesarias para la realización de sus funciones diarias (Aviléz *et al.*, 2007), para ello necesitan obtener de la naturaleza productos como el néctar, el agua y polen, ya que la nutrición de las abejas varía dependiendo de la etapa (edad) en la que se encuentren (Argüello-Nájera *et al.*, 2010), es por eso, cuando las abejas obreras detectan la disponibilidad de polen y néctar, estas se encargan de colectarlas en abundantes cantidades y las almacenan en los panales, este alimento servirá para alimentar a toda la colonia durante la época de escasez, pero no siempre es suficiente (Vargas & Velásquez, 2013), la falta de estos elementos en la dieta de las colonias de abejas, ocasiona estrés alimenticio, principal causa de la presencia de enfermedades y/o enjambrazón (Núñez-Torres *et al.*, 2017). Por lo anterior, es importante suministrar alimentación alternativa, con fuentes energéticas y proteicas que garanticen el mantenimiento y la sobrevivencia de las colonias durante la época de escasez (Medina-Flores *et al.*, 2018) y evitar el despoblamiento y/o enjambrazón de la colonia (Li *et al.* 2012). Es por eso, que es de suma importancia evaluar nuevas alternativas de alimentación proteica que cumplan con los requerimientos nutricionales de las colonias de abejas. Por tal motivo y teniendo en cuenta lo antes mencionado, la presente investigación, tuvo como objetivo, evaluar dos alternativas de alimentación que favorezcan el mantenimiento y desarrollo de la población de la colonia durante la época de escasez de néctar y polen en el campo (mayo-octubre).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente estudio se realizó en el INIFAP-C.E. Mocochoá, ubicado en la antigua carretera Mérida-Motul km. 25, en el municipio de Mocochoá, Yucatán, México, cuyas coordenadas geográficas son: 21° 06' latitud norte y 89° 27' longitud oeste. El clima que posee esta región es de tipo Aw0 (i), el cual es considerado como el más seco o menos húmedo de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 984.4 mm y una temperatura media de 26.8 °C (García, 2004).

Homogenización de colonias experimentales. Se utilizaron 15 colonias de abejas melíferas africanizadas alojadas en núcleos tipo Langstroth, todas con reinas de la misma generación, origen y edad (2 meses), dichos núcleos se establecieron en un solo apiario durante el mes de junio, época del año cuando se registra el menor flujo de néctar y

polen de manera natural en el campo. Los núcleos con abejas fueron homogenizados en población (abejas adultas) y reservas de alimento (miel y polen), para que todos los núcleos se encontraran en las mismas condiciones al inicio del experimento.

Material para la elaboración de las tortas: Las tortas proteicas fueron preparados a base de producto formulado comercialmente: Apitir-plus (proteína 20-25 %, cenizas 2-4 %, grasas 4-6 %, fibra cruda 0.25 %, carbohidratos 68.75 %) y Apitir (proteína 19-24 %, cenizas 5-7 %, grasas 2-3.5 %, fibra cruda 0.25 %, carbohidratos 68.75 %).

Preparación de las tortas proteicas y el jarabe de azúcar: Las tortas proteicas fueron de consistencia pastosa y estaban elaboradas a base de: Apitir-plus (100 g de Apitir-plus, 70 g de azúcar morena y 30 g de miel de abeja), Apitir (100 g de Apitir, 70 g de azúcar morena y 30 g de miel de abeja), cada tratamiento y de manera separada se disolvió los tres ingredientes hasta quedar lo más homogéneo posible y tomar una consistencia pastosa, para el Jarabe de azúcar en proporción 1:1 p/v, se diluyó un mismo porcentaje de azúcar y de agua (1 kg de azúcar con 1 L de agua).

Tratamientos. El trabajo completo conto con dos tratamientos y un testigo: Tratamiento 1-Apitir-plus (1 L de jarabe de azúcar 1:1 + 200 g de torta a base de Apitir-plus), Tratamiento 2-Apitir (1 L de jarabe de azúcar 1:1 + 200 g de torta a base de Apitir) y un testigo (a cada colonia solamente se le ofreció 1 L de jarabe de azúcar en proporción 1:1). Como diseño experimental se utilizó un completamente al azar con cinco repeticiones. Para las variables área con cría operculada, polen y néctar se usó un panal (ambas caras) como unidad experimental. Mientras que, para la aceptación del suplemento y la ganancia de peso, se utilizó una colmena completa para la toma de datos.

Alimentación de las colonias: Todas las colonias experimentales fueron alimentadas con un litro de jarabe de azúcar (proporción 1:1 p/v), más 200 g de torta proteica según corresponda el tratamiento, manteniendo los mismos intervalos de días (todos los lunes) para la alimentación durante el periodo de investigación (6 meses). Para ofrecer la torta proteica, se usó platos de plástico (de manera interna) y para el jarabe de azúcar 1:1, se utilizó alimentadores internos (Doolittle) con capacidad de 1.5 L.

Metodología para la aceptación o rechazo de la torta: Para determinar la aceptación de cada alternativa proteica, se registró el consumo de la torta proteica siete días después de su suministro, estimado mediante la diferencia de los valores de suministro y rechazo, misma que se midió con la ayuda de balanza analítica (grado de sensibilidad de 0.01 g), dichos valores se registraron semanalmente durante un periodo de seis meses.

Metodología para la ganancia de peso: Para la variable ganancia de peso, después de la homogenización y antes de

la primera alimentación, con el apoyo de una báscula digital marca TORREY (grado de sensibilidad de 1 kg), se tomó el peso de cada colonia al día cero o inicio, 90 y 180 días después de la aplicación de los tratamientos, y por diferencia se sacó la ganancia de peso de cada colonia. Esta actividad fue realizada por la tarde-noche, para asegurar que todas las abejas se encuentren dentro la colmena.

Metodología para la estimación de cría operculada, néctar y polen: Esta actividad se realizó al día cero o inicio del tratamiento (después de la homogenización y antes de la primera alimentación), a los 90 días (fase intermedia del tratamiento) y a los 180 días después del tratamiento (fase final del experimento), esto consistió en introducir el panal uno por uno dentro de un marco cesta (compuesto por 50 cuadrantes de 5 x 5 cm de largo y ancho) y tomar fotografías a cada panal por ambos lados (A y B). En la imagen y con la ayuda del programa Image Tool 1.7 se calculó el área con presencia de cría operculada, néctar y polen.

RESULTADOS

Aceptación o rechazo de la torta proteica: De las alternativas evaluadas, Apitir-Plus presento los mejores resultados con una aceptación promedio de 72.7 % (145.3 g), seguido por Apitir con 57.4 % (114.8 g), Apitir -Plus registro la menor aceptación en julio (123 g) y una menor aceptación en octubre (184 g), lo cual difiere de Apitir, registrando una menor aceptación en septiembre (102 g) y una mejor aceptación en junio (128 g) (Figura 1), dichos resultados concuerdan con Pereira *et al.*, (2014) al demostrar que es de suma importancia el suministro de una la dieta alternativa durante la época de escasez de alimento en el campo, en este mismo sentido Nuñez-Torres *et al.*, (2017) sustentan que *A. mellifera* tiene buena aceptación al suplemento a base de soya (266 g de consumo), una vez más se sustenta que la aplicación de dietas alternativas con alto valor proteínico es de suma importancia durante la época de escasez de néctar y polen en el campo (Solignac *et al.*, 2014) y aceptación de las dietas alternativas está en función de los requerimientos de cada colonia y en los cambios esporádicos del clima (Medina-Flores *et al.*, 2019).

Ganancia de peso: El peso inicial oscilaba entre 39.8 y 41 kg, una vez transcurrido los 90 días de alimentación con cada tratamiento, se realizó la ganancia de peso y la tendencia fue a la alza ambos tratamientos con excepción del testigo (Figura 2), posteriormente se realizó un tercer registro sobre la ganancia de peso (a los 180 días) y el patrón de comportamiento fue similar al peso intermedio, donde las colonias alimentadas con Apitir-Plus fueron los que ganaron mayor peso (3.8 kg), siguiendo Apitir (2.4 kg) y por último el testigo (0.2 kg). Estos resultados concuerdan con Nuñez-Torres *et al.*, (2017) al documentar que colonias alimentadas con tortas proteicas a base de harina de soya y arveja aumentan la ganancia de peso (0.41 y 0.20 kg) en comparación con el testigo (solo jarabe de azúcar), en este mismo sentido Very, (2020) mencionan que las colonias

apoyadas con alimentación alternativa, aumentan la población, viéndose reflejado en la ganancia de peso, por otro lado, Franco-Olivares *et al.*, (2014), reporta un aumento en la ganancia de peso (9.870 ± 0.659 kg) cuando se alimentó a las colonias con sacarosa, en comparación con el testigo (3.500 ± 0.614 kg) sin alimentación. Por lo que la alimentación en la época de escasez es indispensable para mantener la colonia (Very, 2020).

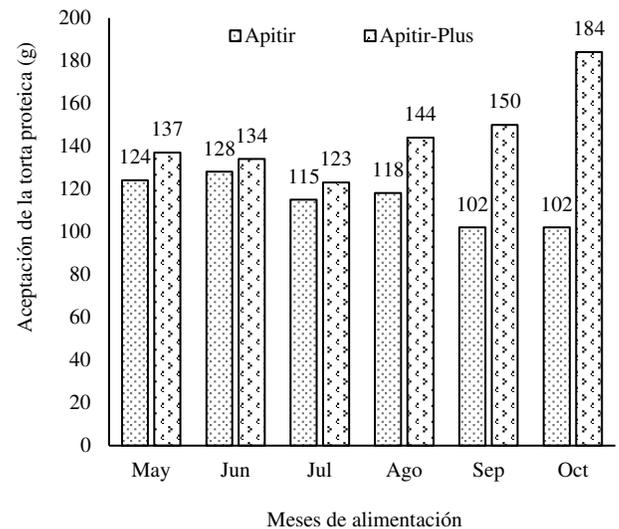


Figura 1. Promedio del consumo mensual de las alternativas ofrecidas durante la época de escasez

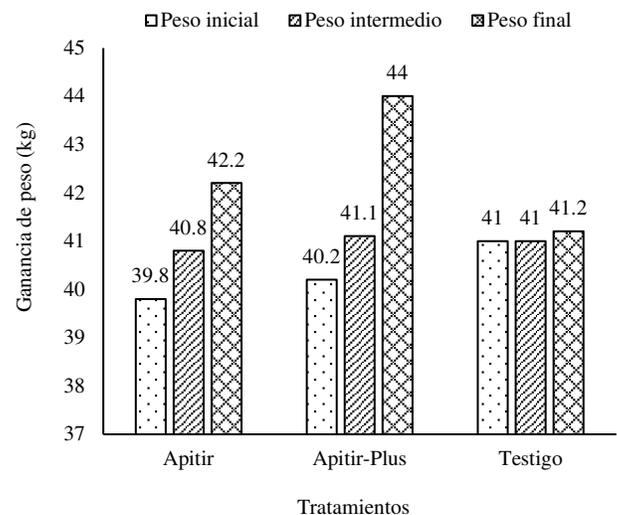


Figura 2. Respuesta de la ganancia de peso de las colonias con cada tratamiento.

Estimación de cría operculada: Para esta variable, Apitir-Plus fue el mejor con 1511.2 cm^2 de cría operculada, posteriormente le sigue Apitir con 1227.6 cm^2 , sin embargo ambos suplementos fueron mucho mejor que el testigo (Figura 3). En otro estudio similar reportan que colonias alimentadas con una dieta energetica-proteica (jarabe de azucar mas promotro L) incrementa el area de cria

operculada (245 cm²) (Schafaschek *et al.*, 2008), mismos resultados reportan Nuñez-Torres *et al.*, (2017), al mencionar que las poblaciones de abejas alimentadas con torta proteica a base de harina de soya aumento un 10 % el area con cría operculada (210 cm²) lo cual estimula la postura de la reina (Pereira *et al.*, 2014) ambos resultados concuerda con lo encontrado, sin embargo, Solignac *et al.*, (2014) difieren con nuestros resultados al mencionar que poblaciones de abejas alimentadas con tortas proteicas a base de suplemento comercial, no aumento el area de cria opercula, e incluso disminuyo, esto quizas se deba a que las colonias de manera natural cambiaron sus reinas, ocasionando una brecha de oviposicion y desarrollo de la cría, o la influencia de la epoca y lugar donde se realizo el experimento (Medina-Flores *et al.*, 2019).

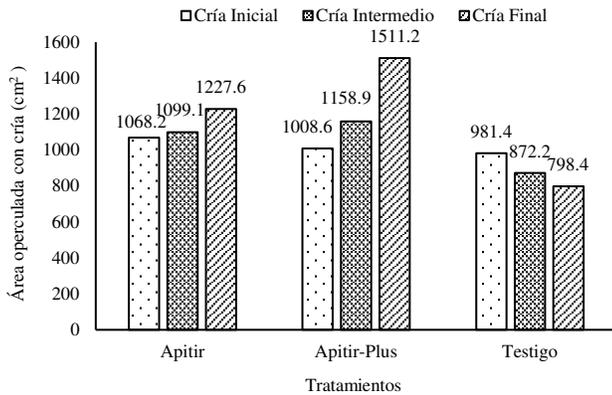


Figura 3. Área con presencia de cría en respuesta a los tratamientos.

Estimación de néctar almacenado: De las alternativas evaluadas, Apitir-Plus presento los mejores resultados con 1713.8 cm² de área con presencia de néctar, seguido por Apitir con 995.8 cm², sin embargo, ambos suplementos demostraron ser mejor que el testigo (413.4 cm²), la cual disminuyo el área con presencia de néctar almacenado (Figura 4). Nuestros resultados con cuerda con Schafaschek *et al.*, (2008) al mencionar que las colonias alimentadas con jarabe energetico-proteico aumenta el area con precensia de nectar (2341 cm²), en este mismo sentido, Medina-Flores *et al.*, (2018) sostienen que colonias alimentadas con dietas energético-proteicas a base de un suplemento elaborado con levadura de cerveza y polen, en combinación con jarabe de maíz de alta fructosa al 55% (JMAF) produjeron significativamente más miel (35.8 ± 3.35 kg) que las alimentadas con jarabe de sacarosa (28.2 ± 2.65) y con jarabe de sacarosa invertida (24.8 ± 2.70 kg), en otro estudio realizado por Nuñez y Torres *et al.*, (2017) concuerdan con nuestros resultados al mencionar que las colonias tratas con tortas proteicas a base de harina de soya y de arveja, aumentaron ligeramente sus reservas de néctar (1.03 y 0.99 kg respectivamente) en comparación con el testigo (0.65 kg), mismo comportamiento reporta Schafaschek *et al.*, (2008), por otro lado Franco-Olivares *et al.*, (2014), reporta un aumento en la presencia de miel (28.945 ± 4.570 kg) cuando se alimentó a las colonias con sacarosa, en comparación con el testigo (2.437 ± 2.437 kg) sin alimentación. Por lo que la

alimentación en la época de escasez es indispensable para mantener la colonia (Very, 2020).

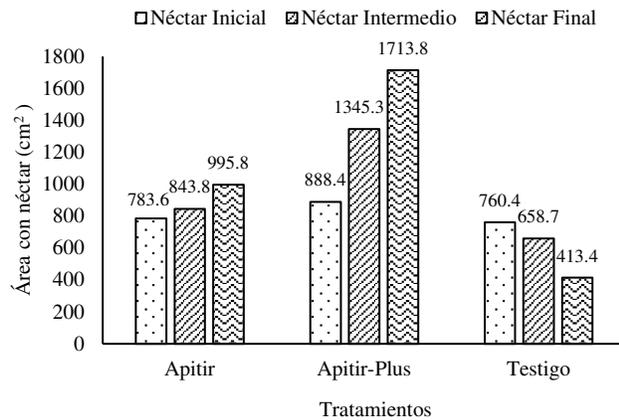


Figura 4. Área con presencia de néctar en respuesta a los tratamientos.

Estimación de polen almacenado: Para esta variable, Apitir-Plus fue el mejor con 1484.6 cm² de área con polen, seguidamente se encuentra Apitir con 1360.6 cm², sin embargo, los dos suplementos demostraron ser mejor que el testigo, pudiéndose notar que el área con presencia de polen disminuyo al término del experimento (Figura 5). Dichos resultados concuerdan con Nuñez-Torres *et al.*, (2018) al mencionar que las colonias de abejas alimentadas con tortas proteicas a base de arveja fue mejor (1,289.3 g/ colmena) que la torta a base de soya (1,271.7 g/ colmena), sin embargo ambas tortas fueron mejor en comparación con el testigo (430 g/ colmena), en otro estudio realizado por Schafaschek *et al.*, (2008), documentaron que la dieta alternativa a base de jarbe de azúcar más promotor L aumenta significativamente el número de celdas con polen (3500 cm²/colmena) en comparación con el testigo sin alimentación (2500 cm²/colmena). Por otro lado Medina-Flores *et al.*, (2019), sostienen que las colonias presentan mayor área con polen en otoño (1,975 ± 161 cm²) que en primavera (1,328 ± 136), sin embargo sigue siendo de mucha importancia el ofrecimiento de fuentes de proteínas a las colonias (Pereira *et al.*, 2014), para que puedan realizar sus actividades esencias de las abejas (Montero *et al.*, 2012, Medina-Flores *et al.*, 2018).

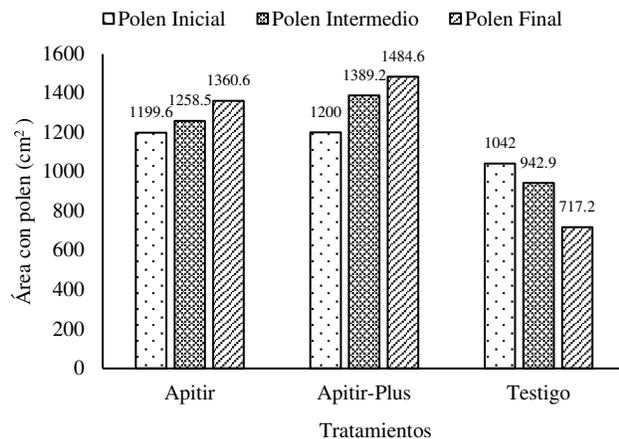


Figura 5. Área con presencia de polen en respuesta a los tratamientos.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio demuestra que para la región donde se realizó el trabajo y bajo las condiciones experimentales utilizadas, la mejor alternativa de alimentación fue Apitir Plus, demostrando el mejor porcentaje de aceptación, ganancia de peso, área con cría operculada, área con presencia de néctar y polen. Futuros trabajos serán necesarios para confirmar estos resultados en otras regiones, lo que permitirá generar mejores alternativas de alimentación suplementaria en las colonias de abejas durante las épocas de escasas de néctar y polen en el campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaniz-Gutiérrez, L., Torres-Salado, N., Ail-Catzim, C. E., & Velasco-López, J. L. (2016). Frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de *Apis mellifera* en Ensenada y Mexicali, Baja California. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 421-426. <http://148.236.18.55/bitstream/20.500.12107/1049/1/-868-740-A.pdf>
- Argüello-Nájera, O. (2010). Guía técnica de nutrición apícola. <http://hdl.handle.net/11438/8807>
- Aviléz, J.P., Araneda X. (2007). Estimulación de la puesta en abejas (*Apis mellifera*). *Archivos de zootecnia* 56(216): 885-893. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521608.pdf>
- Barrera, P. D. (2018). Apicultura chilena: actualización de mercado y estadísticas sectoriales. https://odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/2593/articulo-miel_octubre1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabezas-Zabala, C.C., Hernández-Torres, B.C., Vargas-Zárate, M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina* 64(2): 319-329. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>
- Franco-Olivares, V., González-Echazarreta, C., & Hernández-Ayala, E. (2014). Valoración de diferentes fuentes de azúcares utilizados en la alimentación artificial de las abejas (*A. mellifera*). *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(3), 677-681. <https://biblat.unam.mx/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no3/82.pdf>
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 5th. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. 90 p. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>
- Li, C., Xu, B., Wang, Y., Feng, Q., Yang, W. (2012). Effects of dietary crude protein levels on development, antioxidant status, and total midgut protease activity of honey bee (*Apis mellifera ligustica*). *Apidologie* 43(5): 576-586. <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1003648/filename/hal-01003648.pdf>
- Magaña-Magaña, M.Á., Sanginés-García, J.R., Salazar-Barrientos, L.D.L., y Leyva-Morales, C.E. (2017). Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1): 43-52. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
- Magaña-Magaña, M.A., Tavera-Cortés, M.E., Salazar-Barrientos, L.L., y Sanginés-García, J.R. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 7(5): 1103-1115. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263146723011.pdf>
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Aguilera-Soto, J.I., López-Carlos, M.A., Medina-Cuéllar, S.E., (2019). Condiciones poblacionales y alimenticias de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones del altiplano semiárido de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 10(1): 199-211. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4387>
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Saldívar-Frausto, S., Aguilera-Soto, J. (2018). Effect of three energy-protein diets on the population and honey production of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Nova Scientia* 10(20): 1-12. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1110>
- Montero, A., Martos, A., Chura, J. (2012). Dietas artificiales en la crianza de la abeja melífera, *Apis mellifera* L. In *Anales Científicos* 73(1): 1-5. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v73i1.863>
- Nates-Parra, G. (2016). Abejas. En: *Iniciativa Colombiana de Polinizadores-Abejas ICPA*, 1th. Ed. Universidad Nacional de Colombia, D.C, Bogotá, Colombia. 364p. <https://www.researchgate.net/publication/316661936>
- Núñez-Torres, O.P., Almeida-Secaira, R.I., Rosero-Peñaherrera, M.A., Lozada-Salcedo, E.E. (2017). Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4(2): 95-103. <https://core.ac.uk/download/pdf/268403082.pdf>
- Pereira, D. S., Hernández, M. L., de Andrade, A. B. A., da Silva Sousa, J., & Maracajá, P. B. (2014). Alimentação de abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas) no período de estiagem, no Semiárido Nordeste, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(5), 117-119. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v9i5.3421>
- Schafaschek, T. P., Padilha, M. T. S., dos Santos, I. I., Padilha, J. C. F., & Braga, F. E. (2008). Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. *Biotemas*, 21(4), 99-104. <https://pdfs.semanticscholar.org/5bc4/eb996eb23d078482f0bfe4f76c6ed01302e1.pdf>
- Solignac, J., Delpiano, J., Arza, R., Figini, E., Spagnuolo, C., Poffer, D., Fondevila, N.A. (2014). Evaluación de suplementos proteicos en colonias de *Apis mellifera*. Memoria técnica de la 1ra reunión anual de la INTA, 28 de noviembre, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, Buenos Aires Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2014_solignac_evaluacion_suplementos_proteicos.pdf (Consultado: 24 junio 2019).
- Vargas, J. F. R., & Velásquez, C. O. S. (2013). Alternativas de alimentación proteica en *Apis mellifera* y su efecto sobre

la ovoposición en núcleos del apiario de enseñanza, Medicina Veterinaria, UNAN-León (Doctoral dissertation).

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3452/1/225916.pdf>

Very, E. C. (2020). Efecto de alimento suplementario para el desarrollo de colonias de abejas (*Apis mellifera*), en tres diferentes altitudes de producción en el municipio de La Asunta. *Apthapi*, 6(1), 1763-1772. <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/382>



Objetivo general

Formar ingenieros civiles de manera integral, capaces de identificar y resolver problemas, mediante la Administración, diseño, construcción, operación y conservación de obras de infraestructura, en el marco de la globalización, la sustentabilidad y la calidad, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Campo de trabajo

El egresado podrá trabajar en empresas públicas y privadas que realicen trabajos de:

- ✓ Análisis y diseño de las estructuras
- ✓ Avalúos de edificaciones
- ✓ Hidráulica en la construcción de presas, proyectos de drenaje y alcantarillado
- ✓ Investigación dedicados a la Innovación de nuevos materiales y mezclas, así como modernización de los procesos constructivos
- ✓ Obras de edificación. Fraccionamientos, centros comerciales, hospitales, unidades deportivas
- ✓ Supervisión de la calidad en las obras
- ✓ Vías de Comunicación como carreteras, distribuidores viales, puentes carreteros aeropuertos obras marítimas muelles, conservación de playas

Objetivos educacionales

- ✓ Los egresados continuaran sus estudios de posgrado en áreas afines a la ingeniería civil
- ✓ Los egresados ocupan puestos de dirección y/o coordinación en los sectores públicos con responsabilidad ética y social, empleando tecnologías de información y comunicación (tics) y el software de ingeniería civil.
- ✓ Los egresados se desempeñan en puestos de supervisores, residentes y superintendentes optimizando los recursos y nuevas tecnologías, en el diseño, construcción, operación, conservación de obras civil y/o de infraestructura
- ✓ Los egresados son empresarios o desempeñan puestos de administradores en las PYMES y participan en proyectos productivos de ingeniería civil.

Perfil de egreso

El Ingeniero Civil es un profesional capaz de:

- ✓ Dirigir equipos técnicos y participar en estudios para determinar la factibilidad ambiental, económica, técnica y financiera de los proyectos de obras civiles.
- ✓ Emplear técnicas de control de calidad en los materiales y procesos constructivos.
- ✓ Empezar proyectos productivos pertinentes.
- ✓ Formular y ejecutar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la Ingeniería Civil.
- ✓ Innovar, crear, generar, adaptar y aplicar nuevas tecnologías en los estudios, proyectos y construcción de obras civiles, aplicando métodos científicos.
- ✓ Optimizar el uso de los recursos en los procesos constructivos de obras civiles.
- ✓ Planear, proyectar, diseñar, construir, operar y conservar Obras Hidráulicas y Sanitarias, Sistemas Estructurales, Vías Terrestres, Edificación y Obras de Infraestructura Urbana e Industrial.
- ✓ Utilizar Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), software y herramientas electrónicas para la Ingeniería Civil.

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA



Instituto Tecnológico de Mérida
Km.5 Carretera Mérida-Progreso C.P 97118
Mérida Yucatán, México. Tel. 964-5000
Contacto: contacto@merida.tecnm.mx
<http://www.itmerida.mx>

