

ISSN 2444-4936

Volumen 4, Número 11 — Enero — Marzo - 2018

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

ECORFAN®

ECORFAN-Spain

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Volumen 4, Número 11, de Enero a Marzo - 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal-Madrid. WEB:

www.ecorfan.org/spain,revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: Ramos Escamilla-María, Co-Editor: Miranda García-Marta, PhD. ISSN- 2444-4936. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

Definición de Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ciencias Agropecuarias y Biotecnología, en las Subdisciplinas Ciencia forestal, Fitopatología. Horticultura, Pesca y acuicultura, Bio tecnología agrícola, Biotecnología G.M.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Ciencia forestal, Fitopatología. Horticultura, Pesca y acuicultura, Bio tecnología agrícola, Biotecnología G.M con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias Agropecuarias y Biotecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

FLORES - PACHECO, Juan Asdrúbal. PhD
Universidad de Valladolid

HERNÁNDEZ - CASTRO, Rigoberto. PhD
Universidad de Cantabria

CAUICH - KUMUL, Roger Gaspar. PhD
University of Kentucky

ORTIZ - LAUREL, Hipólito. PhD
University of California

SANDOVAL – SALAS, Fabiola. PhD
Universidad de Castilla

ESCOBEDO - BONILLA, Cesar Marcial. PhD
Universidad de Gante

GONZALEZ - TORRIVILLA, Cesar Castor. PhD
Universidad Central de Venezuela

GONZALEZ, ALVARADO, Juan Manuel. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

MEDAL, Julio C. PhD
University of Arkansas

PERALTA - FERRIZ, Cecilia. PhD
University of Washington

HERNÁNDEZ - MARTINEZ, Rufina. PhD
University of California

ARAUJO - BURGOS, Tania. PhD
Universita Degli Studi di Napoli Federico II

GARCÍA - DE SOTERO, Dora Enith. PhD
Universidad de Sao Paulo

TAPIA - VARGAS, Luis Mario. PhD
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

ROMERO - PÉREZ, Diego. PhD
University of California

LIZARDI - MENDOZA, Jaime. PhD
Queen's University of Belfast

BARRIENTOS - PRIEGO, Alejandro F. PhD
Colegio de Postgraduados

PÉREZ - PÉREZ, Jefferson Uvaldo. PhD
Universidad Autónoma Chapingo

LUNA - PALOMERA, Carlos. PhD
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

PARTIDA - RUVALCABA, Leopoldo. PhD
Colegio de Postgraduados

REYES - MONTES, María del Rocío. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

LEYVA - MIR, Santos Gerardo. PhD
Colegio de Postgraduados

Comité Arbitral

CORTES - SANCHEZ, Alejandro de Jesús. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ÁNGEL - CUAPIO, Rafael Alejandro. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

SÁNCHEZ - OROZCO, Raymundo. PhD
Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

DEL ÁNGEL - CORONEL, Oscar Andrés. PhD
Instituto Tecnológico de Veracruz

MEDINA - SAAVEDRA, Tarsicio. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MORALES - VALENZUELA, Guadalupe. PhD
Colegio de Postgraduados

AVENDAÑO - ARRAZATE, Carlos Hugo. PhD
Colegio de Postgraduados

BELTRAN - MIRANDA, Claudia Patricia. PhD
Universidad de Guadalajara

CANTEROS, Cristina Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

RUIZ - AGUILAR, Graciela M.L. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MENA - VIOLANTE, Hortencia Gabriela. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SAHAZA - CARDONA, Jorge Humberto. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

JOVEL, Juan. PhD
University of Alberta

LIÑAN - CABELLO, Marco Agustín. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ROVIROSA - HERNANDEZ, Ma. de Jesús. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

ACOSTA - NAVARRETE, María Susana. PhD
Instituto Tecnológico de Celaya

MÉNDEZ - MEDINA, Rubén Danilo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MORÁN - SILVA, Ángel. PhD
Universidad Veracruzana

GALINDO - CORTES, Gabriela. PhD
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

TERREROS - MECALCO, Jesús. PhD
Instituto Tecnológico de Toluca

MARTINEZ - SCOTT, Marcia Maribel. PhD
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

CHAVEZ - SANTOSCOY, Rocío Alejandra. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos- Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Ciencia forestal, Fitopatología. Horticultura, Pesca y acuicultura, Bio tecnología agrícola, Biotecnología G.M y a otros temas vinculados a las Ciencias Agropecuarias y Biotecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Aceite de higuera como inhibidor biológico en grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) para producción de nopal verdura*, por ACOSTA-NAVARRETE, María Susana, CALDERÓN-RUIZ, Alberto, RAMÍREZ-LEMUS, Lidia y GUZMÁN-CABRERA, Rafael, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato y la Universidad de Guanajuato, como siguiente artículo presentamos, *Determinación del flujo de nutrientes en Biodigestores alimentados con excretas de ganado bovino lechero y porcino*, por RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana, con adscripción en la Universidad de Guadalajara, como siguiente artículo presentamos, *Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México*, por SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo, con adscripción en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, como último artículo presentamos, *Indicadores fisiológicos del deterioro artificial de semillas de *Physalis philadelphica**, por QUINTANA-CAMARGO, Martín, PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, PEÑA-LOMELI, Aureliano y TORRES-GARCÍA, Edgar, con adscripción en el Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP.

Contenido

Artículo	Página
Aceite de higuera como inhibidor biológico en grana cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i> Costa) para producción de nopal verdura ACOSTA-NAVARRETE, María Susana, CALDERÓN-RUIZ, Alberto, RAMÍREZ-LEMUS, Lidia y GUZMÁN-CABRERA, Rafael <i>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato</i> <i>Universidad de Guanajuato</i>	1-7
Determinación del flujo de nutrientes en Biodigestores alimentados con excretas de ganado bovino lechero y porcino RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana <i>Universidad de Guadalajara</i>	8-14
Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo <i>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias</i>	15-19
Indicadores fisiológicos del deterioro artificial de semillas de <i>Physalis philadelphica</i> QUINTANA-CAMARGO, Martín, PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, PEÑA-LOMELI, Aureliano y TORRES-GARCÍA, Edgar <i>Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP</i>	20-23

Aceite de higuera como inhibidor biológico en grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) para producción de nopal verdura

Castor oil as inhibitor in spread cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) plague in nopal

ACOSTA-NAVARRETE, María Susana^{1*†}, CALDERÓN-RUIZ, Alberto¹, RAMÍREZ-LEMUS, Lidia¹ y GUZMÁN-CABRERA, Rafael²

¹Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dpto. Procesos Alimentarios, Agricultura Sustentable y Protegida y Comercialización. Carretera Valle-Huanímara km 1.2. Valle de Santiago, Guanajuato, México

²Universidad de Guanajuato, Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Carretera Salamanca-Valle de Santiago Km 3.5+1.8. Comunidad de Palo Blanco

ID 1^{er} Autor: María Susana, Acosta-Navarrete

ID 1^{er} Coautor: Alberto, Calderón-Ruiz

ID 2^{do} Coautor: Lidia, Ramírez-Lemus

ID 3^{er} Coautor: Rafael, Guzmán-Cabrera

Recibido Enero 13, 2018, Aceptado Marzo 31, 2018

Resumen

La grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) es una plaga importante en zonas agroforestales, principalmente en la producción de nopal verdura. En este trabajo de investigación se evaluó *in-vitro* el efecto del aceite de higuera como inhibidor de la proliferación de grana cochinilla. El estudio se realizó en la variedad de nopal verdura CAPENA f5. Los tratamientos evaluados fueron siete y un blanco como referencia. Los tratamientos fueron evaluados durante 36 semanas, con repeticiones de cuatro muestras por tratamiento. Las pruebas fisicoquímicas consistieron en la determinación porcentual de humedad, minerales, grasa, acidez titulable (ácido ascórbico) y pH, antes y después de los tratamientos para evaluar su residualidad. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue el aceite crudo al 100 y 50% (T1 y T2) al reducir el número de insectos y evitar su propagación a partir de la semana 8. Por otro lado, no se presentó residualidad del aceite en los nopales en comparación con los demás tratamientos.

Aceite de higuera, cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), Nopal verdura

Abstract

Cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) is an important plague in agroforest areas, being a problem for nopal vegetable production. In this investigation was evaluated *in vitro* the effect of castor oil as inhibitor of cochineal plague in nopal vegetable variety CAPENA f5 and its residuality in cladodes before application. The treatments evaluated were seven: T1 crude oil; T2 crude oil and hexane (50:50); T3 crude oil and hexane (100:0); T4 refined oil and hexane (50:50), T5 water and soap (90:10); T6 water and soap (70:30) and T7 blank during 16 weeks. The physicochemical tests were humidity determination, ash, oil, acidity titrable (ascorbic acid) and pH after and before treatments for evaluate the residuality. The results shown that the best treatment was crude oil 100 and 50% (T1 y T2) reduce the insect number and prevent the spread of these in cladodes of nopal vegetable in 100% as from week 8, in order to not show residual oil in nopales in comparison with the others treatments.

Castor oil, cochineal (*Dactylopius coccus* Costa), Nopal

Citación: ACOSTA-NAVARRETE, María Susana, CALDERÓN-RUIZ, Alberto, RAMÍREZ-LEMUS, Lidia y GUZMÁN-CABRERA, Rafael. Aceite de higuera como inhibidor biológico en grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) para producción de nopal verdura. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2018, 4-11: 1-7.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: msacosta@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El nopal verdura tradicionalmente ha sido uno de los alimentos de mayor consumo del pueblo mexicano. México cuenta con más de 100 especies del género *Opuntia* (Sánchez, 2006), por lo que algunos botánicos lo consideran el centro de origen de los nopales (Llanderal, 2003). En los últimos años, se ha incrementado la demanda de los cladodios tiernos principalmente en las áreas urbanas, el cual es destinado principalmente al consumo humano, en fresco como ensaladas, tortillas, salsas, en la preparación de diferentes guisos tradicionales, o bien envasados en conservas como salmuera, vinagre o mermelada (Bautista *et al.*, 2010).

Por otro lado, también se ha diversificado su uso en la elaboración de productos para el cuidado personal como: cremas, jabones, gel para cabello, exfoliantes, entre otros. Y con respecto a la rentabilidad comparado con cultivos como maíz y frijol es cuatro veces más rentable el nopal orgánico (Mexicorp.com), por lo que el cultivo se promueve de manera comercial con mayor fuerza iniciando su exportación a partir del 2014 a Estados Unidos y posteriormente se abren otros mercados como Japón (Maki-Díaz G *et al.*, 2015). Lo anterior refleja la importancia del cultivo y de la necesidad de mantener este cultivo libre de plagas cumpliendo las normas de sanidad e inocuidad.

La cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) es un insecto o parásito del nopal que produce, como parte de su metabolismo ácido carmínico, el cual genera color rojo de diferentes tonos dependiendo de la acidez del medio donde se disuelva (Aldama *et al.*, 2005; Diodato *et al.*, 2004). La composición de la cochinilla en base seca está conformada por: ácido carmínico 19%, grasas 7%, ceras 1.50%, agua 18%, minerales 25% y compuestos nitrogenados 29.5% (Erazo *et al.*, 2004).

Su aspecto a simple vista es mediante brotes algodonosos de color blanco (Llanderal, 2003; Mendez *et al.*, 2010). Su alto poder de tinción permiten que se pueda aplicar en productos alimenticios, cosméticos, fármacos, textiles y pinturas artísticas (Vigueras, 1998; Arroyo *et al.*, 2014). Algunas especies de cochinillas han sido utilizadas como medio de control biológico en las plantas de *Opuntia strict*, *Ficus-indica*, *Aurantiaca*, *Imbricata* (Perez y Cuen, 2001; Coronado *et al.*, 2015).

La cochinilla, es considerada como uno de los principales problemas entomológicos cuando en la superficie del cultivo se encuentra mayor al 10% (NMX-FF-068-SCFI-2006). Debido a que el desarrollo de la cochinilla tiene un periodo de 23 a 30 días, de los huevos dura entre 3 y 9 días dependiendo de las condiciones climáticas Méndez *et al.*, (2010), su importancia como plaga radica en el número de huevos que puede poner una hembra en cada ovisaco que es de 300 a 500 huevos, es decir su rápida proliferación en cultivos (Tello y Vargas, 2015).

El espectro de uso del aceite de la higuierilla *Ricinus communis* es amplio, va desde el área farmacéutica, emulsificante para desinfectantes del hogar, industria y pesticidas, aceite hidráulico, disolvente de pinturas, impregnación de tintura para textiles y cuero, fusión de ceras naturales y químicas; así como en la fabricación de polímeros (Rico *et al.*, 2011:).

El valor comercial de este aceite es debido al alto contenido de ácido ricinoleico (Cabral et al, 2014) con propiedades de viscosidad elevadas (Ugakpan y Mohammed, 2006; Benavides *et al.*, 2007) y la presencia de la fitotoxina (ricina), estas propiedades en el aceite de higuierilla permiten adherirse fuertemente a los anfidios sustituyendo a los químicos sintéticos derivados de compuestos organofosforados o carbamatos (Arboleda *et al.*, 2012); este tipo de insecticidas vegetales resurgen como una alternativa ecológica de manejo de plagas como insectistáticos, por lo que su aplicación no erradica por completo las plagas si no se controlan las poblaciones en los cultivos (SAGARPA).

En este trabajo de investigación se evaluó en condiciones *in vitro* la efectividad del aceite de higuierilla (*Ricinus communis*) como inhibidor biológico contra la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en el cultivo nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) y su efecto residual en los cladodios.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE) en Valle de Santiago, Guanajuato, México, en el departamento de Procesos alimentarios y Agricultura Sustentable y Protegida, bajo condiciones controladas de temperatura (29°C) y humedad relativa (37-39%) dentro de un cuarto de germinación acondicionado como nopaloteca, la grana cochinilla fue cosechada del mismo invernadero de donde se tomaron los cladodios variedad COPENA f5.

Para la identificación, se utilizó la nomenclatura de Ferris (1955), Howell y Williams (1976) y De Lotto (1974) que corresponden a familias, géneros y especies, respectivamente, y para su identificación se utilizó un microscopio compuesto con objetivo 50X con 30 muestras de insectos.

Diseño experimental

El diseño se realizó mediante un factorial completo. Teniendo como resultado 6 diferentes pruebas y un blanco, con tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante el programa estadístico de JMP (versión 5.0.1) y se realizó una comparación de medias por el método de Tukey.

Extracción de aceite crudo de higuierilla

Se utilizó semilla de higuierilla silvestre la cual fue molida con un molino de granos (Procotor Siller) y hexano como solvente mediante una recirculación a 60°C de temperatura mediante un Soxhlet y para la separación del aceite se utilizó un rotavapor (hamiltoninstrument).

Refinado y almacenamiento de aceite

El proceso se realizó mediante la neutralización, blanqueo y desodorización siguiendo el proceso propuesto por Wan y Wakeling (1997). Para conservar los tratamientos se depositaron en botellas de color ámbar y se almacenaron en refrigeración y ausencia de luz a 4 °C.

Nopaloteca

En las pencas infectadas de variedad COPENA f5, se realizaron dos aplicaciones con un intervalo de 2 semanas entre cada aplicación con los diferentes tratamientos T1 Aceite crudo:hexano (100:0); T2 Aceite crudo:hexano (50:50); T3 Aceite refinado:hexano (100:0), T4 Aceite refinado: hexano(50:50), T5 Agua:jabón (90:10); T6 Agua:jabón (70:30) y T7 blanco, la evaluación y observación de los materiales tuvo una duración de 16 semanas.

Se cuantificó la cantidad de ninfas reproducidas en cada una de las soluciones para así poder realizar un análisis estadístico. Para evaluar la eficiencia del tratamiento la variable respuesta fue el coteo de los brotes o crecimientos de la cochinilla en cada una de las diferentes muestras en las que se aplicaron los tratamientos. Se observó el comportamiento de las ninfas antes y después de los tratamientos mediante un microscopio (marca iroscope) con objetivo de 50 X.

Residualidad del aceite de higuierilla en las pencas de nopal

Las pruebas fueron realizadas de acuerdo a las normas de alimentos. Determinación de cenizas (NMX - F - 066 - S - 1978), de grasa por medio de hidrólisis ácida (NMX - F - 427 - 1982), de humedad por medio de termobalanza (NMX - F - 083 - 1986), de acidez titulable (NMX-F-102-S-1978) y de pH en alimentos (NMX - F - 317 - S - 1978).

Resultados y discusión

Con respecto a la humedad (Tabla 1), se observó que la mayoría de los tratamientos mantienen una humedad de entre 92.17 a 96 % similar al blanco (95.48%); sin embargo, solo T6, se encuentra dentro de los parámetros de 94.56 y 94.84% para consumo internacional (Maki-Diaz et al., 2015). Por otro lado, se observaron valores bajos en T1 (92.88±0.478%), T2 (92.17±0.86 %) y T4 (92.94±0.18%), coincidiendo con valores reportados por otros autores como Betancourt-Domínguez *et al.* (2006) que tuvieron 91.5 a 94.2 % de humedad, Rodríguez-Félix y Cantwell (1988) señalaron 92.0 %, y 88.0 a 95.0 % según Mizrahi *et al.* (1997).

Aún cuando éstos tratamientos fueron con aceite crudo e incluso refinado, agentes humectantes que pueden no favorecer la pérdida de humedad en los alimentos (Montes *et al.*, 2016), por lo que se ha optado por el uso de hidrocoloides como metilcelulosa, hidropilmetilcelulosa y fibras para mantener la humedad en hortalizas frescas (García *et al.*, 2002). Con respecto a la cantidad de cenizas, se observa diferencia estadística entre T5 y T6 con contenidos bajos de componentes inorgánicos específicos de $0.98 \pm 0.1\%$ y $1 \pm 0.2\%$ respectivamente. En cuanto mayor sea el contenido de minerales retarda el crecimiento de ciertos microorganismos en los alimentos (Aguilar-Sánchez *et al.*, 2007). Sin embargo, de manera general los valores obtenidos en este trabajo se encuentran dentro de los parámetros de 1 a 2% (Flores Mendiola, 2012).

Se ha demostrado en varios estudios, que el nopal tiene propiedades medicinales, debido a sus composición nutrimental y en ellos se encuentra su alto contenido de fibra soluble y trazas de grasa (Guzmán Loayza y Chávez, 2007). En este sentido, con respecto al contenido de grasa se observó una diferencia entre los valores obtenidos en los tratamientos con respecto a los valores iniciales de 0.2 y con el blanco (T7) de 0.1, lo cual muestra cierta residualidad en aquellos tratamientos con aceite vegetal (T1-T4); sin embargo el comportamiento fue el mismo con jabón (T5 y T6), lo cual se puede deber a la combinación de un álcali con los ácidos del aceite u otro cuerpo graso para lograr la saponificación.

La acidez es uno de los parámetros más importantes relacionados al sabor (Maki-Díaz *et al.*, 2015), por lo que altos valores de acidez titulable afectan la calidad gustativa de los nopales (Aguilar *et al.*, 2007). Este parámetro se observó muy debajo de lo normalizado en el Codex Alimentarius (Codex Stan 185, 2007) y la Secretaría de Economía (2013); en este sentido no se observa diferencia significativa entre los tratamientos. La AT, tiene cierta relación con el pH, en nopal fresco se han reportado valores de 4.43; sin embargo, este valor varía según la variedad y este se ha visto disminuido cuando el nopal se deshidrata a 3.37^1

Tratamientos	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Acidez titulable (CaH ₂ O ₆) (%)	pH
Antes de tratamiento	93.76±0.25a	2.61±0.36a	0.17±0.02d	0.33±0.01bc	3.13±0.53a
T1	92.88±0.478abc	2.30±0.16b	0.34±0.02bc	0.45±0.01abc	3.76±0.11ab
T2	92.17±0.86abc	2.52±0.50ab	0.36±0.1ab	0.45±0.09ab	3.65±0.16ab
T3	94.03±0.75cd	2.17±0.56ab	0.36±0.02ab	0.44±0.10a	2.58±0.016b
T4	92.94±0.18d	1.66±0.66bc	0.35±0.08a	0.25±0.02d	2.72±0.08ab
T5	96.00±0.45a	0.98±0.1c	0.38±0.04a	0.31±0.01bcd	1.77±0.19c
T6	94.89±0.06abc	1.00±0.2c	0.34±0.02ab	0.31±0.01cd	1.74±0.25c
T7	95.48±1.83ab	1.88±0.02b	0.24±0.03cd	0.34±0.01abc	2.78±0.08ab

Promedio ± desviación estándar. Donde. T1 Aceite crudo (100:0); T2 Aceite crudo (50:50); T3 Aceite refinado (100:0), T4 Aceite refinado (50:50), T5 Agua y jabón (90:10); T6 Agua y jabón (70:30) y T7 blanco. Confiabilidad 95% (α 0.05). JMP versión 5.0.1

Tabla 1 Análisis proximal en cladodios

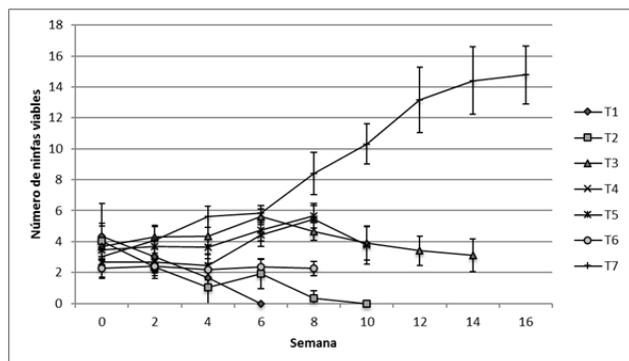
Con respecto a la propagación de las ninfas (Tabla 2 y Figura 1), se observa una diferencia de desarrollo a partir de la segunda semana de evaluación. Cabrales *et al.*, en 2014, menciona que el tiempo de funcionalidad del aceite de higuera es de 14 días aproximadamente. De los siete tratamientos aplicados, se observa que T1 y T2 (aceite de higuera crudo al 100% y al 50%), reduce el número de ninfas en tiempos de 6 y 10 semanas respectivamente, eliminandolas por completo. Debido a que la propiedad viscosa del aceite crudo no le permite respirar y muere por asfixia, teniendo un efecto similar con los aceites minerales. Por otro lado, los demás tratamientos mostraron mantener y controlar el número de éstas comparado con el blanco (T7), el cual no tuvo ningún tratamiento por lo que se observa la proliferación de las ninfas hasta llegar a 15 ninfas viables en 16 semanas con una curva de crecimiento acendente. Lo cual muestra que al aplicar tratamientos orgánicos se puede controlar las plagas y en ocasiones erradicarlas.

Tratamientos	Semanas															
	0	2	4	6	8	10	12	14	16							
T1	4.33±2.12a	3.00±1.02bc	1.65±0.67de	0.00±0.0d												
T2	4.05±1.14ab	2.35±0.74c	1.05±1.53e	1.9±0.96c	0.35±0.48e	0.00±0.00c										
T3	3.67±1.35abc	4.3±0.73a	4.35±0.58b	5.6±0.50a	4.65±0.58c	3.9±1.11b	3.41±0.94b	3.11±1.07a								
T4	2.65±1.03cd	2.65±0.58c	2.45±0.75c	4.45±0.75b	5.45±0.88b	3.75±1.2b										
T5	3.45±0.68abc	3.7±0.57ab	3.65±0.48b	4.75±0.71b	5.68±0.79b											
T6	2.25±0.55d	2.4±0.16c	2.2±0.69cd	2.35±0.48c	2.25±0.44d											
T7	3.00±0.64bcd	4.1±0.85a	5.6±0.68a	5.85±0.48a	8.4±1.25a	10.3±1.30a	13.15±2.10a	14.4±2.18b	14.85±1.87a							

Valores promedio ± Desviación estándar del 0.95% (α = 0.05). T1. Aceite crudo (100:0); T2. Aceite crudo (50:50); T3 Aceite refinado (100:0); T4 Aceite refinado y hexano (50:50); T5 Agua y jabón (90:10); T6 Agua y jabón (70:30); T7 blanco.

Tabla 2 Comportamiento de las ninfas a los tratamientos

¹(<http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/Elaboracion-de-productos-deshidratados-de-nopal.pdf>) .



Donde T1. Aceite crudo (100:0); T2. Aceite crudo y aceite refinado (50:50); T3 Aceite refinado (100:0); T4 Aceite refinado y hexano (50:50); T5 Agua y jabón (90:10); T6 Agua y jabón (70:30); T7 blanco.

Figura 1 Desarrollo de las ninfas en los tratamientos

Al observar en el microscopio con un objetivo de 50 x (Figura 2), se muestra la lisis celular posterior a la aplicación de T1; sin embargo el comportamiento fue el mismo con T2, T5 y T6. El uso de solventes orgánicos y detergentes son ampliamente usados para extraer el ácido carmínico inmerso en la grana cochinilla mediante la disolución lipídica de la pared celular (Erazo *et al.*, 2004). Existe una relación lineal relacionada a la concentración del detergente y la concentración del detergente, por lo que a bajas concentraciones no se produce degradación de lípidos (Voet y Voet, 2006).

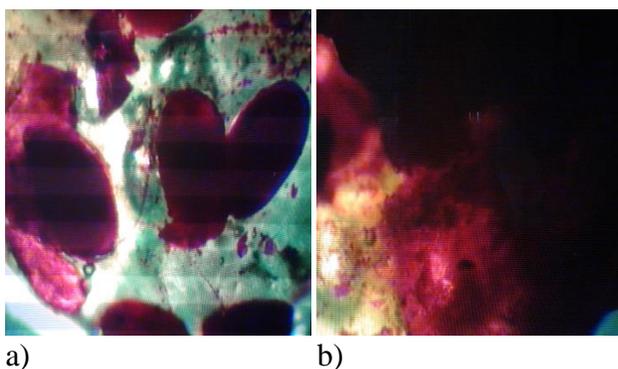


Figura 2 Lisis celular en ninfas de grana cochinilla observación a microscopio 50 x. Donde a) antes del tratamiento; b) después del tratamiento.

En la Tabla 3, se presenta la correlación entre los 5 parámetros fisicoquímicos (contenido porcentual de humedad, cenizas, grasa, acidez titulable y pH) y número de ninfas, se observaron correlaciones positivas (>0.56) entre humedad-grasa y humedad-acidez titulable ($0.6708 \leq 0.05$), humedad-número de ninfas ($0.6621 \leq 0.05$), grasa-pH ($0.8072 \leq 0.05$), acidez titulable-pH ($0.8072 \leq 0.05$) y acidez titulable-número de ninfas ($0.5655 \leq 0.05$) y como correlación negativa se observó humedad-cenizas ($0.9546 > 0.05$).

Estos resultados sugieren que existe una interacción entre algunos de los parámetros fisicoquímicos con el desarrollo de las ninfas. Entre mayor contenido de humedad en las pencas mayor desarrollo de ninfas y por el contrario entre menor sea el contenido de ácido ascórbico mayor desarrollo se tendrá en las ninfas.

	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Acidez Titulable (%)	pH	Número de ninfas
Humedad (%)	1.0000					
Cenizas (%)	-0.9546*	1.0000				
Grasa (%)	0.6708*	-0.4193	1.0000			
Acidez Titulable (%)	0.6708*	-0.4193	0.44300	1.0000		
pH	0.1037	0.1974	0.8072*	0.8072*	1.0000	
Número de ninfas	0.6621*	-0.3145	0.2210	0.5655*	0.2331	1.0000

*Significativo

Tabla 3 Correlación entre los 5 parámetros fisicoquímicos y número de ninfas

Conclusiones

Los resultados de este estudio revelan que la aplicación de los tratamientos modifican su composición fisicoquímica; sin embargo, no presentaron residualidad. Con respecto, al control biológico de la cochinilla como plaga se muestra mayor eficiencia con el uso de aceite de higuera (T1, T2) debido a que controla su desarrollo durante el ciclo productivo en tiempos más cortos. Aún cuando el jabón se sigue usando por la practicidad, se observó que estas plantas perdían humedad rápidamente, por lo que es importante evaluar en este sentido el costo beneficio.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto Tecnológico de Celaya, por las facilidades brindadas en el Laboratorio de Química Pesada.

Referencias

Aguilar-Sánchez, L., M. A. Martínez-Damián, A. F. Barrientos-Priego, N. Aguilar-Gallegos, y C. Gallegos-Vásquez. 2007. Potencial de oscurecimiento enzimático de variedades de nopalito. J. Prof. Assoc. Cactus Develop. 9: 165-184.

Aldama C., Llanderal C., Soto M., Castillo L. (2005). Cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) production in prickly pear plants in the open and in microtunnel greenhouses. Publicado como ENSAYO en Agrociencia 39: 161-171.

Arboleda F., Guzman O., Mejía I. (2012). Effects of castor-oil plant (*Ricinus Communis* linneo) ketone extracts on the burrowing Nematode [*radopholussimilis*(cobb) thorne] under in vitro conditions. revista.luna.azúl. 35: 28-47

Arroyo Gabriela, Herrera Carlos, Vargas Lorena y Pérez Antonio. 2014. Aplicación de la grana cochinilla en las áreas: Textil y cosméticos J. Ciencias Agropecuarias, Handbook. ECORFAN p 51-60.

Bautista-Justo, Mayela; Pineda Torres, Rosa Inés; Camarena-Aguilar, Ernesto; Alanís-Guzmán, Guadalupe; Da Mota, Victor Manuel; Barboza- Corona, José Eleazar. 2010. El Nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqués

Acta Universitaria, vol. 20, núm. 3, septiembrediciembre, pp. 11-17. ISSN: 0188-6266

Betancourt-Domínguez, M. A., T. Hernández-Pérez, P. García-Saucedo, A. Cruz-Hernández, and O. Paredes-López. 2006. Physico-chemical changes in cladodes (nopalitos) from cultivated and wild cacti (*Opuntia* spp.). Plant Foods Hum. Nutr. 61: 115-119.

Cabrales R., Marrugo J., Abril J., 2014. Rendimientos en semilla y calidad de los aceites del cultivo de higuierilla [*ricinus communis* l.) en el valle del sinú, departamento de córdoba. Fondo editorial. PRIMERA EDICIÓN 2014, p 78-88; p12. ISBN: 978^958-9244-67-8 consultado 5 de mayo 2017. <http://comalfi.com.co/data/documents/Libro-Higuerilla.pdf>.

Codex Alimentarius, 2007. Codex Stan 185-1993, Fresh fruits and vegetables. World health organization. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.

CORONADO-FLORES V.; Mario Alberto TORNERO-CAMPANTE ; Ramón NÚÑEZ-TOVAR ; José Luis JARAMILLO-VILLANUEVA ; Santiago de Jesús MÉNDEZ-GALLEGOS ; 2015. Productividad de cochinilla *Dactylopius coccus* (Hemiptera: Dactylopiidae) en cladodios de *Opuntia ficus-indica* (Cactacea) con diferentes tratamientos de fertilización Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 31 (2)

Diodato L. ; M. Iturre ; M. E. Paz ; Quebracho - Revista de Ciencias Forestales 2004, núm. 11, diciembre, 2004, pp. 67-72. ISSN: 0328-0543

Erazo E., Cardenas Ruiz R., Woolcott Hurtado J., Caso Humani M.J. 2004. Extracción de ácido carminico a partir de cochinilla utilizando tecnología más limpia. Rev. Per. Quim. Ing. Quim. Vol 7. No.1., p 51-55.

Flores Mendiola G. R., Producción de biomasa y calidad nutrimental de *Opuntia ficus-indica* mill para consumo humano cultivado en forma hidropónica. Tesis. Escobedo, N. L. México. Junio de 2012 <http://eprints.uanl.mx/2782/1/1080227420.pdf>

García MA, Ferrero C, Bertola N, Martino M, Zartitzky N. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. Innov Food Sci Emerg Technol. 2002; 3:391-7.

Guzmán Loayza D., Chávez J. Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. Rev Soc Quím Perú. 2007, 73, N° 1 (41-45) 41

Llanderal Cázares, Celina; Campos Figueroa, Manuel. 2003. Producción de grana cochinilla *dactylopius coccus* (homoptera: dactylopiidae) en invernadero. Agrociencia, marzo-abril, 149-155.

Maki-Díaz G., Peña-Valdivia-Peña C., Arevalo-Galarza M.L., Calderon-Zavala G., Anaya-Rosales S. 2015. Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. Agrociencia 49:31-51

Méndez G., Tarango A., Riziero T., Díaz G. 2010. Crecimiento poblacional de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa criada en cinco cultivares de nopal *Opuntia ficus-indica* Mill. Agrociencia vol.44 no.2

Mizrahi, Y., A. Nerd, and P. S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Hort. Rev. 18: 291-320.

Montes O. N., Millar M. I., Rosa Provoste L. , Nicolás Martínez M. Débora Fernández Z. Gladys Morales I. Rodrigo Valenzuela B. 2016. Absorción de aceite en alimentos fritos

Oil absorption in fried foods. Rev Chil Nutr Vol. 43, N°1 pp. 87-91. ISSN: 0716-1549

NMX-FF-068-SCFI-2006. productos alimenticios hortaliza fresca. nopal verdura con espinas. (Opuntia spp) especificaciones. food products fresh vegetable. prickly pear (Opuntia spp). specifications. normas mexicanas. dirección general de normas.consultado 5 de mayo 2017. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-068-1988.PDF>

nmx-f-066-s-1978. determinación de cenizas en alimentos. foodstuff determination of ashes. normas mexicanas. dirección general de normas. consultado el 5 de mayo 2017. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/nmx-f-066-s-1978.pdf>

nmx-f-427-1982. alimentos. determinación de grasa (método de hidrólisis acida). foods. determination of fat (acid hydrolysis method). normas mexicanas. dirección general de normas. consultado el 5 de mayo 2017. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/nmx-f-427-1982.pdf>

nmx-f-083-1986. alimentos. determinación de humedad en productos alimenticios. foods. moisture in food products determination. normas mexicanas. dirección general de normas. consultado el 5 de mayo 2017. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/nmx-f-083-1986.pdf>

nmx-f-102-s-1978. determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. norma mexicana. dirección general de normas. consultado 5 de mayo 2017.

nmx-f-317-s-1978. determinación de ph en alimentos. determination of ph in foods. normas mexicanas. dirección general de normas. consultado el 5 de mayo 2017. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/nmx-f-317-s-1978.pdf>

RICO PONCE Héctor Rómulo, TAPIA VARGAS Luis Mario, TENIENTE OVIEDO Rodrigo, GONZÁLEZ AVILA Alfredo, HERNÁNDEZ MARTÍNEZ Miguel, SOLÍS BONILLA José Luis y ZAMARRIPA COLMENERO Alfredo. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis*) en Michoacán CENTRO CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE APATZINGÁN^[SEP]Apatzingán, Michoacán MAYO DE 2011^[SEP]Folleto Técnico Num. 1 ISBN 978-607-425-544-7

SAGARPA. Manejo integrado de plagas. p 1-12 <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documentos/fichasaapt/Manejo%20integrado%20de%20plagas.pdf> (Consultado 19 de marzo 2017)

Sánchez- Bell, G. (2006). Al nopal no sólo hay que verlo cuando tiene tunas. Cuadernos de Nutrición. 29(2):62-65.

Tello Víctor, Vargas José. 2015.Efecto de la luz artificial a diferentes fotoperiodos sobre dos variables productivas de la grana cochinilla, *Dactylopius Coccus Costa* (Hemiptera: Dactylopiidae) para su cultivo bajo condiciones controlada. IDESIA (Chile). Volumen 33, N° 3. Páginas 23-30

Vigueras, G. (1998). *Producción de Cochinilla y Condiciones de Extracto del Pigmento*. (L. b. México, Ed.) Guadalajara.51

Voet D., Voet J.G. 2006. Bioquímica., 3era edición., Ed. Panamericana Buenos aires, Argentina. p. 136.

Determinación del flujo de nutrientes en Biodigestores alimentados con excretas de ganado bovino lechero y porcino

Determination of the flow of nutrients in Biodigesters fed with excreta from dairy and pig cattle

RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio¹, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román², JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia², JUÁREZ-WOO, Carlos² y RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana¹

¹Maestría Interinstitucional en Producción Pecuaria

²Departamento de Producción Animal, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

ID 1^{er} Autor: *Jesús Ignacio, Rendón-Guizar*

ID 1^{er} Coautor: *David Román, Sánchez-Chiprés*

ID 2^o Coautor: *Cecilia, Jiménez-Plascencia*

ID 3^{er} Coautor: *Carlos, Juárez-Woo*

ID 4^{to} Coautor: *Mariana, Ramírez-Acosta*

Recibido Enero 20, 2018, Aceptado Marzo 31, 2018

Resumen

Los biodigestores representan una alternativa al manejo de residuos de origen agropecuarios. El objetivo de este estudio fue evaluar el flujo de nutrientes dentro de dos biodigestores, uno alimentado con excretas bovinas y otro con excretas porcinas, y obtener los valores de reducción de nutrientes y contaminantes en los efluentes de estos. Se realizó el muestreo de alimento, excretas, influentes, efluentes y biogás del área de bovinos y porcinos de los cuales se evaluó la cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, en el alimento, excretas y aguas; sólidos y demanda química de oxígeno en las aguas residuales; metano, dióxido de carbono y oxígeno en el biogás, esto con el fin de proporcionar información útil para desarrollar tecnologías y conocimientos que nos permitan disminuir los contaminantes de las granjas. En el ganado bovino se obtuvo una reducción de los tres nutrientes en las excretas respecto al alimento, siendo significativos ($P < 0.05$) en el caso del nitrógeno y potasio. El biodigestor alimentado con excretas bovinas redujo significativamente ($P < 0.05$) la cantidad de nitrógeno entrante con niveles de 1.54 a 1.16 g/Kg. En el caso de los sólidos totales y sólidos disueltos totales tuvieron una reducción significativa ($P < 0.05$), no así en el caso de los sólidos suspendidos donde la reducción de estos no alcanzó una significancia estadística. La demanda química de oxígeno se redujo de 29000 a 17715 mg/L. La producción de metano en el biodigestor fue de 4.401 m³. En el caso del ganado porcino la reducción de los nutrientes del alimento a las excretas no alcanzó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). En el efluente el nitrógeno obtuvo una reducción de 1.84 a 1.08 g/kg ($P < 0.05$). En los sólidos totales y disueltos totales se encontró una reducción significativa ($P < 0.05$) con valores para los sólidos totales de 19241 a 7684 mg/L y en los disueltos totales de 16640 a 6531 mg/L. La demanda química de oxígeno se redujo de 14450 a 5210 mg/L. la producción de metano alcanzó niveles de 4.328 m³. El potasio demostró tener una correlación positiva ($P < 0.05$) en la producción de metano en el biodigestor alimentado por excretas bovinas. Los biodigestores demostraron reducir de manera importante la cantidad de nutrientes en las aguas residuales por lo cual son una opción factible para el tratamiento de estas.

Biodigestor, Nutrientes, Excretas

Abstract

Biodigesters represent an alternative to the management of residues of agricultural origin. The objective of this study was to evaluate the flow of nutrients within two biodigesters, one fed with bovine excrete and another with porcine excrete, and obtain the values of reduction of nutrients and contaminants in their effluents. The sampling of food, excrete, influents, effluents and biogas from the bovine and porcine area was carried out, from which the amount of nitrogen, phosphorus, potassium, in the feed, excrete and waters was evaluated; solids and chemical oxygen demand in wastewater; methane, carbon dioxide and oxygen in the biogas, this in order to provide useful information to develop technologies and knowledge that allow us to reduce pollutants from farms. In cattle, a reduction of the three nutrients in the excrete was obtained regarding the food, being significant ($P < 0.05$) in the case of nitrogen and potassium. The biodigester fed with bovine excrete significantly reduced ($P < 0.05$) the amount of incoming nitrogen with levels of 1.54 to 1.16 g / Kg. In the case of total solids and total dissolved solids they had a significant reduction ($P < 0.05$), not in the case of suspended solids where the reduction of these did not reach a statistical significance. The chemical oxygen demand was reduced from 29000 to 17715 mg / L. The production of methane in the biodigester was 4,401 m³. In the case of pigs, the reduction of nutrients from the feed to the excrete did not reach a statistically significant difference ($P < 0.05$). In the effluent, the nitrogen obtained a reduction of 1.84 to 1.08 g / kg ($P < 0.05$). In the total and total dissolved solids, a significant reduction was found ($P < 0.05$) with values for the total solids from 19241 to 7684 mg / L and in the total dissolved solids from 16640 to 6531 mg / L. The chemical oxygen demand was reduced from 14450 to 5210 mg / L. Methane production reached levels of 4,328 m³. Potassium proved to have a positive correlation ($P < 0.05$) in the production of methane in the biodigester fed by bovine excrete. The biodigesters have been shown to significantly reduce the amount of nutrients in the wastewater, which is why they are a feasible option for the treatment of these.

Biodigester, Nutrients, Excrete

Citación: RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana. Determinación del flujo de nutrientes en Biodigestores alimentados con excretas de ganado bovino lechero y porcino. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2018, 4-11: 8-14.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: chipres99@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El aumento en la población humana conlleva un crecimiento en la industria alimenticia, dentro de esta se encuentra la ganadería, actividad de suma importancia en el desarrollo económico del país, en México en 2015 se reportaron 33,502,623 cabezas de ganado bovino y 16,364,459 cabezas de ganado porcino, un 3.7 y 6 % más que en 2010. El estado de Jalisco cuenta con el 9 % del total de bovinos del país, solo por debajo del estado de Veracruz que tiene el 12 %, en cuestión de ganado porcino Jalisco se sitúa con el mayor número de cabezas del país con 2,900,523 (SIAP, 2016).

Una de las alternativas para el tratado de los residuos generados en la ganadería es el sistema de biodigestores, el cual consiste en un contenedor que se encuentra cerrado herméticamente, el cual será cargado con materia orgánica para llevar a cabo un proceso de digestión anaeróbico donde se tendrá como resultado biogás (Domínguez et al., 2012).

La producción de biogás ayuda a reducir las emisiones de CH₄ a la atmósfera, el cual es 21 veces más dañino que el CO₂ como gas de efecto invernadero y genera energía calorífica que puede ser transformada en energía eléctrica, logrando con esto crear un sistema sustentable de producción (Gutiérrez et al., 2012).

Los biodigestores no solo contribuyen a mitigar el efecto de los gases en la atmósfera, sino que también forman una primera parte importante en el tratamiento de las aguas residuales, donde se demuestra que la cantidad de contaminantes disminuye significativamente, haciendo más sencillo el alcanzar niveles permisibles de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996 (Garzón y Buelna, 2014).

Así mismo, los sólidos producto de este proceso de degradación de materia orgánica conocido como bioabono puede ser estabilizado y transformado para su utilización en distintas prácticas agrícolas (Domínguez et al., 2012).

Justificación

La importancia de este trabajo radica en proporcionar información útil para desarrollar tecnologías y conocimientos que nos permitan disminuir los contaminantes de las granjas, buscar trasladar esta tecnología a otros sectores de la población, y obtener biogás de mejor calidad así como producir residuos que puedan ser utilizados como energías alternas y abonos que disminuyan la contaminación ambiental, logrando que la producción animal sea sustentable.

Problema

El sector agropecuario afecta de manera negativa el medio ambiente, generando contaminación atmosférica, de suelos y aguas, al mismo tiempo que se da una fuga de nutrientes y energía que podría ser aprovechada para lograr sistemas sustentables, por lo cual es de gran importancia encontrar soluciones que permitan reducir los efectos adversos que esta industria produce y aprovechar los beneficios que se pueden obtener.

Hipótesis

La cantidad de nutrientes que se ofrecen en la dieta, tienen un efecto favorable en la producción de biogás y sus subproductos.

Objetivos

Objetivo General

Determinar y comparar el flujo de nutrientes, en biodigestores alimentados con excretas porcinas y bovinas.

Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio en las dietas y excretas.
- Determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, en aguas residuales.
- Cuantificar metano, dióxido de carbono y oxígeno.
- Determinar los sólidos en aguas residuales.
- Determinar la DQO de los influentes y efluentes de los biodigestores.

Marco Teórico

Problemática ambiental

Directa o indirectamente la producción pecuaria ocupa el 30 % de la superficie terrestre libre de hielo. Se prevé que en el año 2050, la demanda de carne y leche aumenten en un 73 y 58 % respectivamente, en relación con los niveles del 2010 (FAO, 2015).

Con el aumento de la población animal y los cultivos para su alimentación, los ecosistemas se ven alterados ya que el hombre modifica el uso de suelos para poder solventar el problema de espacio, el principal cambio de uso de suelo es la tala de los bosques para generar terrenos para pastoreo y siembra de cultivos, esta deforestación provoca un aumento en la producción de gases de efecto invernadero, el cual es uno de los principales problemas que se le atribuye el sector ganadero (IPCC, 2007).

A nivel mundial el sector pecuario produce más gases de efecto invernadero que el sector de transporte, el 18 % del total, medido en su equivalente a dióxido de carbono, junto con el amoníaco, CO₂, entre otros contribuyen a la generación de lluvia ácida y al efecto invernadero. Este sector es también causa de la degradación del suelo en el cual la acumulación de nutrientes y metales pesados, producto de las actividades agrícolas, reduce la fertilidad del suelo por lo tanto disminuye la superficie viable para la agricultura, así mismo es responsable de la contaminación de los mantos acuíferos donde la filtración de nitratos y patógenos a estos representa un peligro para las reservas de agua potable FAO (2006).

Ganado porcino

México ocupó el noveno lugar a nivel mundial en producción de carne de cerdo en 2016 con 1376 toneladas, y se estima que para el 2017 produzca 1420 toneladas, 44 más que el año anterior (Porcimex, 2017). La porcicultura en México ocupa el tercer lugar dentro del sector pecuario por el valor y volumen de producción que genera. Las entidades federativas que concentran la producción nacional de cerdo con un 72.3 % del valor y 73.7 del volumen generado en 2012 son: Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán, Veracruz y Guanajuato (FND, 2014).

El total de cabezas en 2015 fue de 16,364,459 y se distribuye de manera similar que el valor y volumen generado, siendo los estados principales: Jalisco con 2,900,523 de cabezas, Sonora con 1,769,788, Puebla con 1,676,985, Veracruz 1,544,381, Yucatán con 1,005,654 y Guanajuato con 936,718 (SIAP, 2016).

Ganado Bovino

En México, la producción de bovino carne y leche es la más importante dentro del sector pecuario, ya que genera el 43 % del valor total del sector, produciendo alrededor de 1.8 millones de toneladas de carne de res y 11 mil millones de litros de leche al año (FND, 2014). Actualmente la población de bovino en México asciende a 33,502,623 cabezas, dentro de las cuales el bovino lechero tiene 2,457,683 y el bovino carne 31,044,940 (SIAP, 2016). La población de bovinos leche se reparte principalmente en las entidades de Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Puebla e Hidalgo, y la población de bovinos carne se reparte en su mayoría en las entidades de Veracruz, Jalisco, Chiapas, Michoacán, Chihuahua, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco y Tamaulipas (SIAP, 2016).

Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos que integran la atmósfera ya sean de origen natural o aquellos producto de la actividad del hombre, estos gases absorben y emiten radiación, dicha propiedad causa el efecto invernadero, que es un aumento en la temperatura del sistema superficie-troposfera. El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre (IPCC, 2001).

En México en el año 2013, del 100 % de gases de efecto invernadero antropogénico, el sector agropecuario contribuyó con el 12 % del total de los gases dentro del cual el 7,7 % se le atribuye a la fermentación entérica, el 2,1 % al manejo del estiércol y el 2 % al manejo de suelos agrícolas (INECC y SEMARNAT, 2015).

Metano

Este gas es el resultado de la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos, de la digestión animal, de la producción de gas natural y petróleo y la quema incompleta de combustibles fósiles, su proceso de generación constituye una pérdida de energía y una fuente de contaminación (Bonilla y Lemus, 2012).

El metano contribuye al calentamiento global y al cambio climático debido a la capacidad de retención y emisión de radiación que tiene, su potencial para el efecto invernadero es más o menos 24 veces más alto que el del dióxido de carbono (FAO, 2015), y su tiempo de residencia antes de que sea eliminado de la atmósfera por reacciones químicas es de 12 años. Según la FAO (2015), las concentraciones de metano en la atmósfera se han duplicado desde el año de 1800, siendo así que en la actualidad la principal fuente de contaminación por metano es la industria pecuaria y en esta, la principal es el manejo de rumiantes, esto debido al crecimiento demográfico y la talla promedio de los animales.

El metano es emitido desde tres fuentes: la fermentación entérica de los animales, la descomposición de las excretas y los productos de desecho del procesamiento de los animales (FAO, 2015), se estima que los animales domésticos son responsables del 15% anual de las emisiones de metano antropogénico.

Biodigestor

El biodigestor es un sistema mediante el cual en ausencia de oxígeno, un conjunto de microorganismos se encargarán de degradar la materia orgánica a compuestos más simples para obtener como producto biogás, el cual se puede utilizar como energía calorífica o puede ser transformado a energía eléctrica, gracias a esto es un método importante para solventar los problemas de energía y contaminación. Este sistema consta de un contenedor al cual se le denomina reactor, y que es donde se deposita la materia orgánica, debe de estar herméticamente cerrado para que los microorganismos puedan llevar a cabo su labor de fermentación, cuenta con una cámara donde se alimentará al biodigestor, una salida para la recolección y almacenamiento del gas y cámaras de hidropresión y tratamiento a la salida de éste (SAGARPA, 2009).

De acuerdo a una revisión realizada en 2009 por la SAGARPA, México cuenta con 563 sistemas de biodigestores de los cuales 124 se encuentran en el estado de Jalisco.

Ingeniería del biodigestor

En el medio existen diferentes modelos de biodigestores, que son clasificados de acuerdo a su complejidad y utilización. Los más usados en el medio rural son: el modelo chino, indiano, los horizontales y el Batch (MINENERGIA, 2011). Independientemente del modelo del biodigestor, se conforman: de un tubo de entrada, la cámara de fermentación reactor, depósito o cúpula de gas, una salida de la materia fermentada, las tuberías de gas y el gasómetro, habrá biodigestores más complejos que cuenten con otros componentes (Guevara, 1996).

Biodigestor

Es un gas combustible que se obtiene a partir de la descomposición de materia orgánica como alimento, plantas, excremento animal, porciones biodegradables de sólidos del alcantarillado, entre otras, a esta materia orgánica se le denomina biomasa, este proceso se debe de llevar a cabo en ausencia de oxígeno (Abbasi et al., 2012). El biogás está compuesto principalmente de metano (CH₄) en un 40 a 75% y de dióxido de carbono (CO₂) en un 15 a 60%. Se encuentran trazas de otros compuestos tales como el agua (H₂O) de 5 a 10%, sulfuro de hidrógeno (H₂S) 0.005 a 2%, siloxanos 0 a 0,02%, hidrocarburos halogenados (COV) < 0,6 %, amoníaco (NH₃) < 1%, oxígeno (O₂) 0 a 1 %, monóxido de carbono (CO) < 0.6 % y nitrógeno (N₂), 0 a 2%, que pueden estar presentes y ser un inconveniente cuando no se eliminan (Ryckebosch et al., 2011).

Demanda química de oxígeno

La DQO es un parámetro con el cual se mide la cantidad de sustancias que son susceptibles de ser oxidadas, ya sean orgánicas e inorgánicas (NMX-AA-030-SCFI-2001). Los límites permisibles de DQO en aguas de granjas o establos para su vertido a cuerpos de agua es de 3000 mg/L (Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2016).

Metodología de Investigación

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de una granja porcícola comercial y un establo lechero ubicado en el Municipio de Valle de Guadalupe con coordenadas 20.945140, -102.623807, en la zona de los Altos de Jalisco. Se utilizaron dos biodigestores anaeróbicos, el primero corresponde al instalado en la granja porcícola con una población de 22,000 cerdos en producción correspondientes al sitio 3, en las etapas de crecimiento, desarrollo y finalización.

El segundo, se utiliza para tratar las aguas residuales provenientes de un establo lechero con 1,200 vacas en producción. Ambos biodigestores cuentan con un separador de sólidos en el influente y consideran una retención hidráulica de al menos 30 días, el material de construcción de ambos es de geomembrana.

Se realizó la toma de muestras de alimento, excretas, agua de influente y efluente de los biodigestores, las muestras de alimento y de excretas fueron tomadas en bolsas transparentes de plástico y las muestras líquidas se tomaron en frascos de plástico de 500 mL. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en hielera, y una vez en el laboratorio se almacenaron en refrigeradores a 4°C. El muestreo se llevó a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2015 y el análisis de estas se llevó a cabo a partir del mes de diciembre a el mes de febrero del 2015 y 2016 respectivamente las muestras de alimento y excretas se les determino materia seca, cenizas, nitrógeno, fósforo y potasio; al influente y efluente de los biodigestores se les determino los sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, nitrógeno, fósforo, potasio y demanda química de oxígeno; las muestras de gas fueron analizadas por un equipo de la marca Landtec modelo CDM ®.

Análisis estadístico

Para llevar a cabo la comparación entre la cantidad de nutrientes tanto en alimento, excretas, influentes, efluentes, metano y sólidos se realizó mediante una distribución t de Student, para determinar la dependencia del metano a los nutrientes, se realizó un análisis de regresión y correlación. Para realizar los estudios se utilizó el paquete estadístico Minitab® 17.

Resultados

Caracterización de las variables obtenidas en el establo bovino.

En el Tabla 1, se muestran las diferentes variables obtenidas del análisis del alimento, excretas y aguas del biodigestor, donde se observa que la cantidad de nitrógeno y potasio ingerido en comparación del excretado son significativamente mayores ($p < 0.05$). En el análisis de los nutrientes en influentes y efluentes se observa que los valores en el efluente son menores que en el influente, en el caso del nitrógeno se obtuvo una remoción de 0.38 g, para el fósforo de .04 y para el potasio de .032, sin embargo, el único que es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) fue el de nitrógeno.

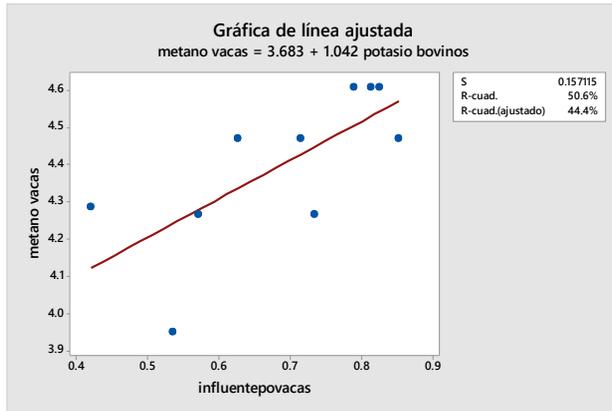
Los sólidos totales manifiestan una reducción de 30449 mg/L presentes en el influente a 10591 mg/L en el efluente, esta diferencia resulta estadísticamente significativa ($p < 0.05$). En el caso de los sólidos disueltos totales la reducción fue de 19429 mg/L, la cual es estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

El resultado del análisis de la DQO, muestra una reducción de 11285 mg/L, sin embargo, los niveles no alcanzan los permitidos por la ley federal de derechos, en su apartado de disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales del 2016, donde establece como máximo 3000mg/L, para su desecho en cuerpos de agua nacionales.

En la gráfica 1 se muestra el análisis de regresión de metano con relación al potasio del influente, donde se aprecia claramente una relación positiva entre estas dos variables y con una r^2 de 50.6 % la cual denota la influencia del potasio sobre la producción de metano que es estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Variable	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Sólidos totales	Sólidos Suspendidos	Sólidos disueltos totales	DQO
	g/Kg materia seca			mg/L			
Alimento	432.7a	63.5	96.6a				
Excretas	201.7b	60.79	40.7b				
E.E.	20.85	2.97	9.22				
	g/L						
Influente	1.54a	0.197	0.689	30449a	3057	27197a	29000
Efluente	1.16b	0.157	0.657	10591b	2611	7768b	17715
E.E.	0.1	0.06	0.06	4338	825	4409	

Tabla 1 Resultados de las variables obtenidas en el establo de ganado bovino



Gráfica 1 Ecuación y gráfica de regresión para metano y potasio de influente bovino

Caracterización de las variables obtenidas en el establo porcino

Al comparar la cantidad de nutrientes, sólidos y demanda química de oxígeno (Tabla 2). Al analizar los nutrientes en el biodigestor se obtuvo una remoción de 0.76 g del nitrógeno el cual es estadísticamente significativo ($p < 0.05$). Los sólidos totales muestran un valor en el influente de 19241 mg/L y de 7684 en el efluente obteniendo una diferencia de 11557 mg/L y la reducción de sólidos disueltos totales fue de 10109 mg/L, ambas con valor estadísticamente significativo ($p < 0.05$).

La DQO muestra una reducción de 14450 mg/L a 5210, la cual aunque es importante al igual que el biodigestor de bovinos no alcanza los límites permitidos por la ley federal de derechos, en su apartado de disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales del 2016, donde establece como máximo 3000mg/L, para su desecho en cuerpos de agua nacionales.

Variable	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Sólidos totales	Sólidos Suspendedos	Sólidos disueltos totales	DQO
	g/Kg materia seca			mg/L			
Alimento	49.97	11.56	6.88				
Excretas	45.59	10.39	6.33				
E.E.	2.22	0.91	0.86				
Influente	1.84a	0.3584	0.449	19241a	2966	16640a	14450
Efluente	1.08b	0.155	0.343	7684b	1126	6531b	5210
E.E.	0.17	0.101	0.08	3804	964	3651	

Tabla 2 Comparación de los resultados de las variables obtenidas en el ganado porcino

En el análisis de regresión se obtuvo la siguiente ecuación: Metano Cerdos = 4.77 + 0.064 Nitrógeno - 1.03 Fósforo - 0.420 Potasio, la r^2 ajustada arrojó un porcentaje de 0 % lo cual determina que no existe dependencia entre alguno de los nutrientes y la producción de metano.

En el siguiente Tabla se observa que el análisis de correlación reafirma los resultados obtenidos mediante el análisis de regresión presentado en los resultados de bovinos y porcinos, donde se manifiesta que el potasio tiene una relación positiva con el metano producido en el biodigestor alimentado con excretas de ganado bovino, el nitrógeno y fósforo muestran también una tendencia positiva sin embargo sus valores son bajos, en el biodigestor alimentado con excretas de ganado porcino muestra una relación negativa entre la cantidad de fósforo y potasio con la producción de metano y una relación positiva con el nitrógeno, la única correlación que es estadísticamente significativa ($p < 0.05$) es la que existe entre el potasio y el metano del biodigestor de bovinos.

Variable	Metano Biodigestor Bovinos	Metano Biodigestor Cerdos
	Coeficiente de correlación	
Nitrógeno	0.177	0.058
Fósforo	0.315	-0.287
Potasio	0.711*	-0.318

Tabla 3 Correlación de nitrógeno, fósforo y potasio con la producción de metano en biodigestores alimentados con excretas bovinas y porcinas

Conclusiones

La cantidad de nutrientes que ingresan en el biodigestor alimentado con excretas porcinas no demostraron tener una relación positiva con la producción de metano.

Los sólidos totales, sólidos disueltos totales y la demanda química de oxígeno se reducen significativamente en los efluentes de ambos biodigestores.

El nitrógeno y fósforo disminuye en los efluentes hasta llegar a límites permisibles de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

El uso de biodigestores es una tecnología factible para el pretratamiento de aguas y generación de energía, sin embargo, está sujeta a la disponibilidad de agua.

Referencias

Abbasi, T., Tauseef, S., & Abbasi, S. (2012). Biogas Energy. Nueva York: Springer Science Bussines Media, LLC.

Bonilla Cárdenas, J. A., & Lemus Flores, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 215-246.

Domínguez Araujo, G., Salazar Gutiérrez, G., Galindo Barbosa, A. J., Xelhuantzi Carmona, J., Castañeda Castillo, M., Sánchez García, F. J., & Hernández Vega, P. (2012). Implementación de biodigestores para pequeños y medianos productores agrícolas. INIFAP.

FND. (Mayo de 2014). Financiera Nacional de Desarrollo agropecuario, rural, forestal y pesquero. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Porcino%20\(may%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Porcino%20(may%202014).pdf)

Food and Agriculture Organization. (29 de Noviembre de 2006). FAO. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de <http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>

Food and Agriculture Organization. (2015). [fao.com](http://www.fao.org). Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Indust/GHGas_EA.htm

Garzón Zúñiga, M. A., & Buelna, G. (2014). Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 65-79.

Guevara Vera, A. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente.

Gutiérrez, G. J.; Fernández, I. M.; Meza, M. M.; Félix, A.; Balderas, J. J.; Gortáres, P.; (2012). Biogás: una alternativa ecológica para la producción de energía. *Ide@s CONCYTEG*, 881-894.

INECC, & SEMARNAT. (2015). Primer informe bienal de actualización ante la convención de marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.

IPCC, 2001: Cambio climático 2001, Mitigación: Informe de síntesis. Parte de la contribución del Grupo de trabajo III al Tercer Informe de Evaluación Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. G.O.P. Obasi Secretario General Organización Meteorológica Mundial, Klaus Töpfer Director Ejecutivo Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Director General Oficina de las Naciones Unidas en Nairobi.

IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2016. (2016). México D.F.: SEMARNAT, CONAGUA.

MINENERGIA, PNUD, FAO, GEF. (2011). Manual de biogás. Santiago, Chile, Chile.

NMX-AA-030-SCFI-2001. (2001). "Análisis de agua. Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Método de prueba". Norma Oficial Mexicana NMX-AA-030-SCFI-2001.

NOM-001-SEMARNAT-1996. (1997). Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Ryckebosch, E.; Droullion, M.; Vervaeren, H.; (2011). Techniques for transformation of biogas to biomethane. *Biomass & Bioenergy*, 1633-1645.

SAGARPA. (2009). Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México.

SIAP. (2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México: SAGARPA.

Agradecimiento

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
Universidad de Guadalajara

Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México

Adaptability of three way maize hybrids for tropical area in Veracruz and Tabasco states, México

SIERRA-MACIAS, Mauro*†, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Progreso 5 Col Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, CP 04010, México DF

ID 1^{er} Autor: *María Susana, Acosta-Navarrete*

ID 1^{er} Coautor: *Alberto, Calderón-Ruiz*

ID 2^{do} Coautor: *Lidia, Ramírez-Lemus*

ID 3^{er} Coautor: *Rafael, Guzmán-Cabrera*

Recibido Enero 13, 2018, Aceptado Marzo 31, 2018

Resumen

Durante el ciclo primavera verano 2016, se condujeron experimentos de híbridos trilineales de maíz en las localidades de Campo Cotaxtla y Carlos A. Carrillo en Veracruz y Huimanguillo en el estado de tabasco. El experimento se estableció bajo diseño bloques al azar con 20 tratamientos y tres repeticiones en parcelas de dos surcos de 5 m de largo en una densidad de 62,500 plantas ha⁻¹. Del análisis de varianza combinado para las tres localidades, se encontró significancia estadística al 0.01 de probabilidad para Genotipos (G), para Ambientes (A) y para la interacción GxA. El híbrido (LT164xLT165)xLT156 registró respuesta mejoren buenos ambientes pero inconsistente, (LT154xLT155)xLT166 con respuesta mejor en buenos ambientes y consistente, (LT171xLT172)xLT170 respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente, el resto de los híbridos fueron caracterizados como estables. A través de ambientes, fueron sobresalientes al 0.05 de probabilidad los híbridos: (LT171xLT172)xCML247, H-567, (LT164xLT165)xLT155, (LT154xLT155)xLT165, H-520 y (LT154xLT155)xLT170.

Heterósis, híbridos, tropico, *Zea mays* L.

Abstract

México. During the spring summer season in 2016, there were conducted an experiment of three way maize hybrids of in Cotaxtla and Carlos A. Carrillo in Veracruz state and Huimanguillo in Tabasco state. The experiment was distributed in blocks at random design with 20 entries and three replications in plots of two rows 5 meters long and 62,500 plants ha⁻¹. From the combined analysis for the three locations, there was found high significant difference for Genotypes (G), Environments (E), and for Interaction GxE. According with the stability parameters, the hybrid (LT164xLT165)xLT156 registered better response in good environments but inconsistent, one else had good response in favorable environments and was consistent (LT154xLT155)xLT166 another one with better response in disfavourable environments and consistent (LT171xLT172)xLT170, the rest were characterized as stables. Through the three evaluation environments, the best hybrids at 0.05 of probability were eight hybrids among them: (LT171xLT172)xCML247,H-567, T164xLT165)xLT155, (LT154xLT155)xLT165 H-520, (LT154xLT155)xLT170.

Heterosis, hybrids, tropic, *Zea mays* L.

Citación: SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo. Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2018, 4-11: 15-19.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: sierra.mauro@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

En la región tropical de México se siembran 3.2 millones de hectáreas de maíz, de las cuales un millón están comprendidas en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad y 100 mil hectáreas son sembradas bajo condiciones de riego, en las cuales, es factible el uso de semilla mejorada de híbridos y variedades sintéticas con mejor rendimiento bajo condiciones favorables de clima suelo y manejo por parte de los agricultores (Sierra *et al.*, 2004). En el uso de semilla híbrida se aprovecha la heterosis en la producción de maíz al cruzar progenitores con relativa divergencia genética (Reyes, 1985; Gómez 1986; Vasal *et al.*, 1992a; Vasal *et al.*, 1992b). Reyes (1971), usó el patrón heterótico Trópico húmedo x Trópico seco en la formación de los híbridos H-503 y H-507. Sierra *et al.*, (2004), usaron como probadores líneas endogámicas con buena aptitud combinatoria específica (ACE), LT154, LT155, CML247, CML254, las cuales permitieron identificar líneas avanzadas y separar grupos heteróticos.

En el mejoramiento de maíz para el trópico se generan subproductos que son variedades de polinización libre, variedades sintéticas e híbridos de maíz (Sierra *et al.*, 2014). En híbridos es importante identificar progenitores con buena aptitud combinatoria, buen rendimiento *per se* y facilidad en la producción de semilla (Sierra *et al.*, 1992; Sierra *et al.*, 2008; Reyes 1985; Vasal *et al.* 1994). La adaptabilidad permite conocer la respuesta de los genotipos a los diferentes ambientes definidos por el clima, el suelo y el manejo agronómico, (Eberhart y Russell, 1966). La interacción genotipo ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete diferentes ambientes (Márquez, 1992). El modelo de Eberhart y Russell (1966), utiliza el coeficiente de regresión para medir la respuesta de una variedad a distintos ambientes y desviación de regresión, que mide la consistencia de dicha respuesta. Variedad estable es aquella con coeficiente de regresión igual a 1 y desviación de regresión igual a 0. El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + d_{ij}, \text{ donde,}$$

Y_{ij} = Media de la variedad i en el ambiente j
 μ_i = Media de la variedad i en todos los ambientes
 b_i =Coeficiente de regresión
 I_j = Índice ambiental
 d_{ij} =Desviación de regression

Este modelo fue utilizado por Carballo y Márquez (1970) para clasificar la adaptabilidad de las variedades (Tabla 1).

Cat	β_i	S^2_{di}	Descripción
A	=1	=0	Variedad estable
B	=1	>0	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
C	<1	=0	Responde mejor en ambientes desfavorables y consistente
D	<1	>0	Responde mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
E	>1	=0	Responde mejor en buenos ambientes y consistente
F	>1	>0	Responde mejor en buenos ambientes e inconsistente

Cat= Categoría, β_i = Coeficiente de regresión, S^2_{di} = Desviación de regresión

Tabla 1 Clasificación de variedades, coeficientes de regresión y las desviaciones de regresión

Objetivos

- Conocer el rendimiento, adaptabilidad y las características agronómicas de híbridos trilineales de maíz en los estados de Veracruz y Tabasco
- Conocer la adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz

Materiales y métodos

Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera verano 2016 en las localidades Campo Experimental Cotaxtla, CBTA 84 de Carlos A. Carrillo en Veracruz y Huimanguillo en el estado de Tabasco con clima Aw1, Aw2 y Am para cada localidad, respectivamente, las cuales, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981), corresponden a los climas cálido húmedo y subhúmedo zonas representativas donde el cultivo de maíz es importante.

Germoplasma utilizado

El germoplasma de maíz utilizado en la presente investigación son híbridos trilineales de maíz formadas con líneas experimentales y son pertenecientes a la raza Tuxpeño

Descripción de los experimentos

Durante el ciclo primavera verano 2016 se condujeron experimentos de híbridos trilineales de maíz, bajo diseños bloques al azar con 20 tratamientos y tres repeticiones en parcelas de dos surcos de 5 m de largo separados a 80 cm y una densidad de 62,500 pl ha⁻¹

Variabes

Las variables registradas fueron días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, aspecto y sanidad de planta de mazorca, Número de plantas, plantas acamadas, número de mazorcas con mala cobertura; a la cosecha se registraron las variables de Rendimiento de grano, Número de mazorcas total, mazorcas podridas y humedad de grano.

Métodos estadísticos

Los diseños utilizados fueron bloques al azar con tres repeticiones. Se realizó un análisis individual para cada experimento y un análisis combinado de los híbridos trilineales en los tres ambientes de evaluación (Reyes, 1990), para caracterizar los híbridos en función de su respuesta los ambientes se hizo el análisis de parámetros de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966). Las variables registradas fueron analizadas estadísticamente y la separación de medias fue con la DMS al 0.05 y 0.01 de probabilidad.

Resultados y discusión

Del análisis de varianza combinado para las cruza s varietales (Tabla 2), se encontró significancia estadística al 0.01 de probabilidad para Genotipos (G), para localidades (A) y para la interacción GxA, siendo más importante la varianza debida al factor localidades; Así también, el coeficiente de variación registrado fue de 19.82% valor relativamente bajo, que sugiere que el manejo de los experimentos y los datos obtenidos son confiables (Reyes, 1990).

Fuente Variación	GL	CM
Genotipos (G)	19	5009966**
Ambientes (A)	2	94560385**
Interacción GxA	38	5219746**
Error	114	1257868
CV		19.82%

B=Ciclo primavera verano; GL=Grados de libertad; CM= Cuadrados medios; CV= Coeficiente de variación

Tabla 2 Análisis combinado de híbridos de maíz. Veracruz y Tabasco. 2016B

De los híbridos evaluados (Tabla 3), y de acuerdo con los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell, (1966), uno de ellos (LT164xLT165)xLT156 con buena respuesta en buenos ambientes pero inconsistente, uno con respuesta mejor en buenos ambientes y consistente (LT154x LT155)xLT166, otro con respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente (LT171x LT172)xLT170, el resto de los híbridos fueron caracterizados como estables. (Eberhart y Russell, 1966; Carballo y Márquez, 1970; Sierra *et al.*, 1992).

A través de los tres ambientes de evaluación, fueron sobresalientes al 0.05 de probabilidad 8 híbridos entre ellos: (LT171xLT172)x CML247, H-567, (LT164xLT165)xLT155, (LT154xLT155)xLT165, H-520 y (LT154x LT155)xLT170, caracterizados como estables, lo que los ubica como “deseables” (LT164x LT165)xLT156 con respuesta mejor en buenos ambientes pero inconsistente y (LT154xLT155)xLT166 con respuesta mejor en buenos ambientes y consistente. En estos híbridos participan como progenitores en diferentes combinaciones los progenitores del H-520 (Reyes, 1985; Reyes, 1971; Gómez 1986; Vasal *et al.*, 1992a; Vasal *et al.*, 1992b). Así también, las variedades sintéticas VS-536 de mayor uso comercial en el sureste mexicano y la experimental VS-563, registraron rendimientos competitivos Sierra *et al.*, 20014.

Trat	Genealogia	Rendimiento			Media	Estabilidad
		Cot	Huim	Carr		
5	(LT171xLT172)xCML247	8197	5925	6176	6766*	E
18	H-567	8261	4707	7042	6670*	E
1	(LT164xLT165)xLT156	8242	6963	4525	6515*	BAI
8	(LT164xLT165)xLT155	7566	3276	8694	6512*	E
6	(LT154xLT155)xLT165	8471	4045	6777	6431*	E
20	VS-536	6465	5657	5983	6035*	E
17	H-520	8003	4405	5666	6025*	E
14	(LT154xLT155)xLT170	7266	5826	4965	6019*	E
19	VS-563	5932	4577	7298	5935*	E
16	(LT154xLT155)xLT166	9631	1009	6469	5703*	BAC
3	(LT171xLT172)xLT156	7158	3242	6430	5610**	E
4	(LT164xLT165)xLT164	4305	6007	6430	5581**	E
7	(LT171xLT172)xLT170	5891	4987	5703	5527**	DAC
12	(LT158xLT159)xLT169	5796	4762	5959	5506**	E
13	(LT158xLT159)xLT170	7143	3467	5232	5280	E
2	(LT171xLT172)xLT165	7585	2978	4989	5184	E
15	(LT154xLT155)xLT164	6271	3751	4811	4944	E
11	(LT164xLT165)xLT165	4911	3717	6036	4888	E
9	(LT164xLT165)xLT170	5287	2614	5610	4504	E
10	(LT171xLT172)xLT172	3075	3285	5657	4006	E
	SUMA	133799	85202	120454	113152	
	PROMEDIO	6690	4260	6023	5658	
	CME	1257868	785698	533336	2454571	
	CV (%)	19.82	13.78	16.24	26.01	
	DMS 0.05	1048.00				
	DMS 0.01	1386.00				

Trat= Tratamiento, Cot= Cotaxtla, Huim= Huimanguillo, Carr= carlos A. Carrillo, E= Estable; BAI= Respuesta mejor en buenos ambientes pero inconsistente; BAC= Resuesta mejor en buenos ambientes y consistente; DAC= Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente

Tabla 3 Rendimiento y estabilidad de híbridos de maíz. Veracruz y Tabasco 2016

Índices ambientales

Los índices, de acuerdo con Eberhart Russell (1966), para las localidades de Cotaxtla con clima Aw1 y Carlos A. Carrillo con clima Aw2, en el estado de Veracruz, registraron valores positivos en el rendimiento de grano promedio con 6690 y 6023 kg ha⁻¹, para cada localidad respectivamente, mientras que la localidad de Huimanguillo Tabasco con clima Am (García, 1981), registró los rendimientos medios de grano más bajos, con un valor para el índice ambiental negativo (-1398) (Tabla 4)

Ambiente	Rend Kg ha ⁻¹	Índices
Cotaxtla, Ver	6690	1032
Carlos A. Carrillo, Ver.	6023	365
Huimanguillo, Tab	4260	-1398
Promedio	5658	

Tabla 4 Índices ambientales en evaluación de híbridos de maíz. CIRGOC 2016B

Estos híbridos, además de un buen rendimiento de grano, registraron ciclo biológico intermedio con 51 a 53 días a floración masculina, altura de planta y mazorca baja con 188 a 247 cm y de 83 a 147 cm para altura de planta y mazorca, respectivamente, presentan buen aspecto y sanidad de planta y de mazorca, tolerantes al acame, con buena cobertura de mazorca, bajo porcentaje de mazorcas podridas y con buena posición de la mazorca lo que les permite mayor tolerancia al acame (Tabla 5).

Genealogía	Flor	Alt pl	Alt Mz	Asp Pl	Asp Mz	San Pl	SanM z	% Ac	% Cob	% Pod	Am/A
(LT154xLT155)x LT166	51	218	118	2.5	2.3	2.2	2.3	2.6	7.2	3.9	0.5
HE3B	52	223	117	2.2	2.0	1.8	2.3	0.6	7.5	5.6	0.5
H-567	51	247	130	2.5	2.0	2.3	2.0	2.4	5.2	2.3	0.5
(LT154xLT155)x LT165	51	225	147	2.2	1.8	2.0	2.2	7.1	0.0	1.7	0.7
(LT164xLT165)x LT156	51	207	98	2.0	1.8	2.0	2.0	2.8	4.5	3.9	0.5
(LT171x LT172)xLT165	52	230	132	2.0	1.7	1.8	1.8	0.0	3.6	3.0	0.6
H-520	51	225	115	2.2	2.2	2.2	2.3	10.2	0.6	3.8	0.5
(LT164x LT165)xLT164	53	212	95	2.7	2.8	2.5	2.8	0.0	2.9	7.1	0.4
(LT154xLT155)x LT170	52	210	107	2.3	2.3	2.3	2.7	0.6	3.6	3.6	0.5
VS-536	52	220	123	2.5	2.7	2.3	2.7	10.1	5.0	5.6	0.6
(LT171xLT172)x LT170	53	188	83	2.5	2.8	2.5	2.7	1.4	3.5	2.8	0.4
(LT164xLT165)x LT155	50	242	103	2.5	2.7	2.3	2.0	8.2	1.6	1.2	0.4
VS-563	52	230	122	2.5	2.7	2.2	2.3	0.8	7.0	4.0	0.5
(LT- 171X LT-172)xLT-172	53	202	90	2.67	3.67	2.50	3.17	0	6.5	10.3	0.45
(LT- 164 X LT-165)xLT-170	53	215	107	2.33	2.67	2.50	2.67	3.2	1.4	5.6	0.50
(LT- 164 X LT-165)xLT-165	53	228	103	2.67	2.83	2.83	2.67	3.1	1.4	4.5	0.46
(LT- 154 X -LT-155)xLT- 164	52	213	102	2.50	2.83	2.33	2.67	3.1	5.8	3.6	0.48
(LT- 158 X LT-159)xLT-169	52	220	113	2.17	2.67	2.17	2.33	1.67	5.28	1.33	0.52
(LT- 158 X LT-159)xLT-170	53	210	90	2.50	3.00	2.33	2.83	1.67	6.73	0.67	0.43
(LT- 171X LT-172)xLT-156	51	238	108	2.33	2.17	2.00	2.17	3.4	5.1	5.7	0.46
Promedio	51.9	220.15	110.15	2.39	2.48	2.25	2.43	3.15	4.22	4.01	0.50
CME	0.3	259	134.5	0.1	0.0	0.0	0.1	4.7	6.3	3.4	
CV	1.4	7.5	10.6	9.2	8.0	8.5	8.4	108	63	39	11

Tabla 5 Características agronómicas de híbridos de maíz sobresalientes Cotaxtla 2016B

ISSN: 2444-4936

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Conclusiones

Se encontró significancia estadística al 0.01 de probabilidad para Genotipos (G), para Ambientes (A) y para la interacción GxA.

De los 20 híbridos evaluados, uno de ellos (LT164xLT165)xLT156 tuvo buena respuesta en buenos ambientes pero inconsistente y (LT154xLT155)xLT166 con respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.

Los híbridos trilineales sobresalientes fueron: (LT171xLT172)xCML247, H-567, (LT164x LT165)xLT155, (LT154xLT155)xLT165, H-520 y (LT154xLT155)xLT170, caracterizados como estables, lo que los define como genotipos “deseables”

En los híbridos sobresalientes participan como progenitores en diferentes combinaciones los progenitores del H-520.

Referencias

Carballo, C., A. y Márquez, S. F. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5(1): 129-146.

Eberhart S.A. and Russell W.A. 1966. Stability parameters for compáring varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40

García., E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México DF México 252p.

Gómez M.N. 1986. Aptitud combinatoria de maíces tropicales y subtropicales en la región de transición baja de Guerrero. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 8: 3-19.

Márquez S., F. 1992. La interacción genético ambiental en genotecnia vegetal. *In: Memorias del simposium interacción genotipo ambiente en genotecnia vegetal del 26 al 27 de marzo en Guadalajara, Jal., México.* p. 1-27

Reyes 1990. Diseño de experimentos aplicados. *Ed trillas 3ª Ed.* México D.F. 348p

Reyes C., P. 1985. *Fitogenotecnia básica y aplicada.* AGT Editor S.A. México. 460 p.

SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo. Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales.* 2018.

Reyes C., P. 1971. Genotecnia del maíz para tierra caliente. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Agronomía. Monterrey, N.L. México. 138p.

Sierra, M. M.; Rodríguez, M. F. A., Palafox, C. A., Gómez, M., N.; Espinosa, C., A. 2014. Síntesis histórica del mejoramiento genético de maíz para el trópico húmedo de México. *In: Aportaciones en ciencias agronómicas y ambientales. Universidad Autónoma de Chapingo.* p. 20-30

Sierra M., M; Palafox C., A.; Rodríguez M., F.A.; Espinosa C., A.; Gómez M., N.; Caballero H., F.; Barrón F., S.; Zambada M., A.; y Vásquez C., G. 2008. H-520, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agricultura Técnica en México* 34 (1): 119-122.

Sierra M., M; Márquez S., F.; Valdivia B., R.; Córdova O., H.; Lezama G., R.; Pescador R., A. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (*Zea mays* L). *Agric. Téc. Méx.* Vol 30 (2): 169-181

Sierra M., M.; Rodríguez M., F.A.; Castillo, G., R.A. y Márquez S., F. 1992. La aplicación de los parámetros de estabilidad en el mejoramiento de maíz de la región sur de México. *In: Memorias de Symposium de Interacción Genotipo-Ambiente en Genotecnia Vegetal* 26 al 27 de marzo de 1992. Guadalajara, Jal. p 239-260.

Vasal S., K.; Vergara N. y Mc Lean.S. 1994. Estrategias en el desarrollo de híbridos tropicales de maíz. *Agronomía Mesoamericana* 5:184-189.

Vasal S., K; Srinivasan G. Crossa J. and Beck D.L.1992a. Heterosis and combining ability of CIMMYT's subtropical and temperate early maturity maize germplasm. *Crop sci* 32(4):884-890

Vasal S., K; Srinivasan G. Han C., y Gonzalez F. 1992b. Heterotic patterns of eighty eight white subtropical CIMMYT maize lines. *Maydica* 37: 319-327

Indicadores fisiológicos del deterioro artificial de semillas de *Physalis philadelphica***Physiological indicators of artificial seed deterioration of *Physalis philadelphica***

QUINTANA-CAMARGO, Martín*†, PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, PEÑA-LOMELI, Aureliano y TORRES-GARCÍA, Edgar

Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP. Boulevard de la Biodiversidad No. 400, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (47600)

ID 1^{er} Autor: Martín, Quintana-Camargo / ORC ID: 0000-0002-5432-8891, Researcher ID Thomson: V-6180-2018, CVU CONACYT ID: 66080

ID 1^{er} Coautor: Juan Manuel, Pichardo-González

ID 2^{do} Coautor: Aureliano, Peña-Lomeli

ID 3^{er} Coautor: Edgar, Torres-García / ORC ID: 0000-0002-0768-755X, Researcher ID Thomson: T-5469-2018, CVU CONACYT ID: 926683

Recibido Enero 13, 2018, Aceptado Marzo 31, 2018

Resumen

La semilla como unidad de reproducción, es el insumo agrícola de mayor importancia en el proceso productivo. Por décadas, la prueba estándar de germinación ha sido el criterio más utilizado para evaluar su condición fisiológica, así mismo, su certificación se fundamenta en dicho ensayo. Como todo organismo vivo, la semilla sufre un proceso de deterioro en función principalmente por factores ambientales adversos durante su producción, acondicionamiento y almacenamiento, condición fisiológica que difícilmente se puede determinar en la prueba de germinación. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el deterioro de semilla en tres cultivares de tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) a través de la prueba de envejecimiento acelerado (EA). Semilla de tres cultivares comerciales fueron expuestas a una condición de alta humedad relativa y alta temperatura. Los resultados obtenidos señalan que es posible establecer diferencias en niveles de calidad en lotes de semilla comercial con valores de germinación aceptables a través del ensayo de envejecimiento acelerado.

Envejecimiento acelerado, Calidad de semilla, Vigor, Tomatillo

Abstract

The seed as a unit of reproduction, is the agricultural input of greater importance in the production process. For decades, the standard germination test has been the criterion most used to evaluate its physiological condition, likewise, its certification is based on this test. Like any living organism, the seed undergoes a process of deterioration mainly due to adverse environmental factors during its production, conditioning and storage, a physiological condition that can hardly be determined in the germination test. The objective of this work was to evaluate the deterioration of seed in three cultivars of husk tomato (*Physalis philadelphica*) through the accelerated aging test (EA). Seed from three commercial cultivars were exposed to a condition of high relative humidity and high temperature. The results obtained indicate that it is possible to establish differences in quality levels in lots of commercial seed with acceptable germination values through the accelerated aging test.

Accelerated ageing, Seed quality, Vigor, Husk tomato

Citación: QUINTANA-CAMARGO, Martín, PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, PEÑA-LOMELI, Aureliano y TORRES-GARCÍA, Edgar. Indicadores fisiológicos del deterioro artificial de semillas de *Physalis philadelphica*. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. 2018, 4-11: 20-23.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: quintana.martin@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

La semilla es el insumo agrícola de mayor importancia en el proceso productivo; es por ello que la evaluación de su calidad sigue marcando la pauta para la comercialización y el establecimiento de los cultivos. Por décadas, la prueba estándar de germinación ha sido el criterio más utilizado para evaluar su condición fisiológica, así mismo, su certificación se fundamenta en dicho ensayo. En la prueba de germinación, la semilla es expuesta a condiciones favorables para que ésta exprese su máximo potencial de viabilidad (ISTA, 2017).

No obstante, dichas condiciones difícilmente se presentarán al momento de su siembra en campo, aunado a lo anterior, la semilla como todo organismo vivo, sufre de un proceso de deterioro influenciado principalmente por factores ambientales adversos durante su producción, acondicionamiento y almacenamiento, en este sentido, es claro que tanto productores como consumidores de semilla requieran información adicional y complementaria al porcentaje de germinación estipulado en los envases por lo que en el siglo pasado surgió el concepto de vigor de semilla y para evaluarlo, un sin número de ensayos se han planteado con el objeto de evaluar diversas facetas del proceso germinativo como la rapidez y uniformidad durante la germinación y el crecimiento de plántula, la habilidad para emerger bajo condiciones desfavorables y el comportamiento de la semilla posterior a periodos de almacenamiento, particularmente la habilidad para mantener la germinación.

El objetivo de su inclusión es claro, aportar información adicional al ensayo de germinación estándar que permitan la diferenciación de lotes con germinaciones aceptables. Hoy en día, cinco ensayos han alcanzado la estandarización para ciertos cultivos y condiciones muy específicas por lo que están incluidos en las reglas internacionales de análisis de semilla; entre dichos ensayos, se encuentra la prueba de envejecimiento acelerado (ISTA, 2017), un ensayo cuya función original fue predecir el potencial de almacenamiento de lotes de semilla de soya; en el ensayo se conjugan los principales factores que causan deterioro a la semilla, una temperatura alta, así como una humedad relativa alta (ISTA, 2017, Delouche y Baskin, 1973).

Para el presente trabajo, se utilizó semilla de tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.) el cual es un cultivo importante que forma parte de la dieta y la herbolaria tradicional de México y Centroamérica, condición que le confiere su alto valor nutricional en términos de vitaminas, minerales y antioxidantes, así como por sus propiedades curativas (Bock et al. 1995; Maldonado et al. 2011). En el país se ha domesticado y cultivado por siglos, valiéndose de un proceso que ha explotado su variabilidad morfológica en términos de rasgos vegetales y reproductivos (Zamora-Tavares et al. 2014); del cual se reconocen al menos ocho razas (Peña et al. 2001). Con el objetivo evaluar el deterioro fisiológico de semilla en tres cultivares de tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) a través de la prueba de envejecimiento acelerado (EA).

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Semillas Ortodoxas del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. Se utilizaron semillas de *Physalis philadelphica* Lam. de tres cultivares comerciales (San. Miguel, Tecozautla y Gema), las cual fueron proporcionadas por el Dr. Aureliano Peña Lomelí, Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Se evaluó el deterioro de semillas a través de la prueba de envejecimiento acelerado (EA); para ello, se emplearon cajas plásticas de germinación; la condición de alta humedad relativa cercana al 100% se logró con la adición de 200 mL de agua destilada; al interior se colocó una malla de alambre y sobre la cual se situaron 25 semillas contenidas en bolsitas de tela de tul con la finalidad de estas no cayeran al agua y estuvieran en contacto directo con el líquido.

Las cajas se sellaron y se metieron a un horno de convección mecánica, a una temperatura de 40 ± 2 °C (Delouche y Baskin, 1973). Se evaluaron cinco tratamientos de EA: 0, 24, 48, 72 y 96 h en un diseño experimental de dos factores en completamente al azar con cuatro repeticiones. Una vez que se realizaron los tratamientos de EA, se evaluó su deterioro mediante el ensayo de germinación estándar (ISTA, 2017). En dicho ensayo, se evaluaron: el porcentaje de germinación estándar (GE) y en este a su vez, el índice de velocidad de germinación (IVG); mediante el registro diario de la protrusión radicular (Maguire, 1962).

La conductividad eléctrica se determinó con un potenciómetro marca Horiba Scientific (modelo LAQUA act.) en 50 semillas embebidas en 20 mL de agua bidestilada por 24 h a temperatura ambiente, las unidades fueron milisiemens por centímetro (mS/cm^{-1}). Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey, 0.05). Los valores de la germinación obtenidos en el experimento fueron transformados con la función arcoseno $\sqrt{x/100}$.

Resultados y discusión

El análisis de varianza (Tabla 1) mostró que las cultivares presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en la variable índice de velocidad de germinación (IVG) y diferencias significativas en ($p \leq 0.05$) en la germinación (GE). En contraste, la conductividad eléctrica (CE) no mostró diferencias estadísticas en la fuente de variación cultivares. Por su parte, la fuente de variación tiempos de envejecimiento acelerado mostró diferencias altamente significativas en la germinación, el índice de velocidad de germinación y la conductividad eléctrica. Por otro lado, la interacción: cultivares-envejecimiento acelerado mostró diferencias altamente significativas en la germinación y el índice de velocidad de germinación. Por el contrario, la conductividad eléctrica no mostró diferencias estadísticas.

FV		GE (%)	(IVG)	CE (mS/cm^{-1})
Cultivares	2	119.6*	12.7**	0.003ns
Tiempos de EA	4	117.0**	95.6**	0.020**
Interacción	8	123.1**	22.9**	0.007ns
Error	45	36.3	1.7	0.004
CV (%)		8.4	9.8	17.7
Media		88.8	13.2	0.35

CV= Coeficiente de Variación. *, **=Significativo con $P \leq 0.05$ y con $P \leq 0.01$, respectivamente; ns=no significativo.

Tabla 1 Cuadrados medios y significancia estadística del efecto de cinco tiempos de envejecimiento a semilla de tres cultivares de *Physalis philadelphica*

La comparación de medias de Tukey en relación a los cultivares evaluados (Tabla 2) mostró que la semilla de la cultivar Tecozautla fue la más vigorosa y la que resistió mayormente al envejecimiento acelerado, ya que tuvo una germinación del 91%.

Por el contrario, la cultivar Gema mostró el menor valor en la germinación (86%); sin embargo, la germinación todavía está por arriba del 85% de germinación que generalmente se toma como criterio para aceptar las semillas para resguardo en los bancos de germoplasma. Estos resultados de muestran que las semillas de *Physalis* de las tres cultivares muestran tolerancia al envejecimiento acelerado.

Cultivar	GE (%)	IV
San Miguel	88.4 ab	12.6 b
Tecozautla	91.3 a	12.8 b
Gema	86.7 b	14.1a
DMS	4.3	0.9
Media	88.8	13.2

DMS = Diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05)

Tabla 2 Comparación de medias de Tukey de las variables evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado de semillas de *Physalis philadelphica* con relación a las cultivares

En cuanto la variable índice de velocidad de germinación, la semilla de la cultivar Gema mostró la mejor respuesta, ya tuvo un valor del 14.1, el cual fue superior al de las cultivares Tecozautla y Sn. Miguel que tuvieron un valor del índice de velocidad de germinación de 12.8 y 12.6, respectivamente. La comparación de medias de medias de Tukey en relación a los tiempos de envejecimiento acelerado (Tabla 3) mostró que los tiempos de 0, 24 y 48 h tuvieron la mayor respuesta en la germinación con 91, 90 y 91% de germinación, respectivamente y fueron estadísticamente similares. Por el contrario, tiempo de envejecimiento acelerado a las 96 h mostró la menor respuesta en cuanto a la germinación con el 82%. De manera general, estos resultados mostraron que hubo una tendencia en la disminución de la germinación conforme aumentó el tiempo de envejecimiento acelerado y a las 96 h la germinación fue del 82% (inferior al 85%).

EA (h)	GE (%)	IV	CE (mS m^{-1})
0	91.3 a	9.2 d	0.33 b
24	90.8 a	11.2 c	0.32 b
48	91.5 a	14.7 ab	0.32 b
72	87.6 ab	16.1 a	0.36 ab
96	82.7 b	14.5 b	0.42 a
DMS	6.5	1.5	0.07
Media	88.8	13.2	0.35

DMS = Diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05)

Tabla 3 Comparación de medias de Tukey de las variables evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado de semillas de *Physalis philadelphica* con relación a los tiempos de envejecimiento

En la variable índice de velocidad de germinación el mayor valor lo tuvo la semilla envejecida a las 72 h con el 16.1 y el menor valor lo tuvo la semilla de 0 h de envejecimiento acelerado (control) con 9.2. En esta variable los resultados mostraron una tendencia a que las semillas más envejecidas germinaron en menor tiempo que las semillas menos envejecidas, pero no porque tuvieron mayor vigor, sino porque posiblemente el agua dentro la caja se condensó y provocó que se imbibieran provocando una pronta germinación. Esto concuerda con varios trabajos sobre envejecimiento acelerado que se han hecho en semillas pequeñas donde la prueba no fue efectiva para evaluar el vigor. Por lo anterior en futuros trabajos de envejecimiento de esta semilla se sugiere evaluarlas con deterioro controlado. Con relación a la conductividad eléctrica, de manera general esta variable mostró una tendencia a incrementarse su valor conforme aumentaron los tiempos de envejecimiento decelerado, ya que el mayor valor lo presentó la semilla con 96 h de envejecimiento acelerado, mientras que la semilla con 0, 24 y 48 h mostraron los menores valores con 3.2, 3.1 y 2.9 mS m⁻¹, respectivamente.

Cultivares	EA (h)	GE (%)	IVG	CE (mS/cm ⁻¹)
San. Miguel	0	90.0ab	7.6 f	0.32 b
San. Miguel	24	92.7ab	10.5 ef	0.31 b
San. Miguel	48	93.0ab	13.9 cd	0.29 b
San. Miguel	72	95.0a	19.5a	0.33ab
San. Miguel	96	71.2 c	11.5 de	0.48a
Tecozautila	0	93.0ab	9.8 ef	0.32 b
Tecozautila	24	92.0ab	12.3 de	0.35ab
Tecozautila	48	90.5ab	12.9 cde	0.30 b
Tecozautila	72	89.2ab	12.9 cde	0.34ab
Tecozautila	96	92.0ab	16.1 bc	0.42ab
Gema	0	91.0ab	10.4 ef	0.37ab
Gema	24	87.7ab	10.9 de	0.32 b
Gema	48	91.0ab	17.3ab	0.37ab
Gema	72	78.7 bc	15.8 bc	0.42ab
Gema	96	85.0abc	16.0 bc	0.36ab
DMS		14.3	3.3	0.16
Media		88.8	13.2	0.35

DMS = Diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05).

Tabla 4 Comparación de medias de Tukey del efecto de la combinación de las cultivares con los tiempos de envejecimiento acelerado en semillas de *Physalis philadelphica* en las variables evaluadas

La comparación de medias de Tukey de la combinación cultivares con tiempos de envejecimiento acelerado (Tabla 4) mostró que los mayores valores de germinación e índice de velocidad de emergencia se obtuvieron con la combinación de la cultivar San Miguel con 72 h de envejecimiento acelerado (95% de germinación y 19.5 de índice de velocidad de germinación, respectivamente).

Por el contrario, la combinación de la cultivar con 96 h mostró la mayor respuesta al deterioro con 0.48 mS/cm⁻¹.

Agradecimiento

A la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) por el financiamiento del proyecto SATREPS “Evaluación de la Diversidad y Desarrollo del Uso Sustentable de los Recursos Genéticos Mexicanos”. No. de SIGI 13401032577.

Conclusiones

Fue posible identificar diferentes niveles de calidad en lotes comerciales de semilla de tomate de cáscara a través del ensayo de envejecimiento acelerado.

Los resultados mostraron que la germinación disminuyó al 83% en la condición de 96 h a 41 °C y 100% de HR (condición más adversa) y en los otros tiempos de EA con las mismas condiciones ambientales las semillas mostraron una germinación > 85%.

Las semillas de tomate de cascara de los tres cultivares evaluados tienen cierta tolerancia a condiciones adversas de almacenamiento.

Referencias

Halmer P. 2000. Commercial seed treatment technology. In: Seed Technology and its Biological Basis. M Black, J. D. Bewley (eds). Sheffield Academic Press. UK. pp: 257–286.

Delouche, J.C. and C. C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology* 1(2): 427-452.

ISTA. 2017. (International Seed Testing Association). 2017. International Rules for Seed Testing. Rules. ISTA editions, Zurich, Switzerland. 243 p.

Maguire J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 2: 176-177.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

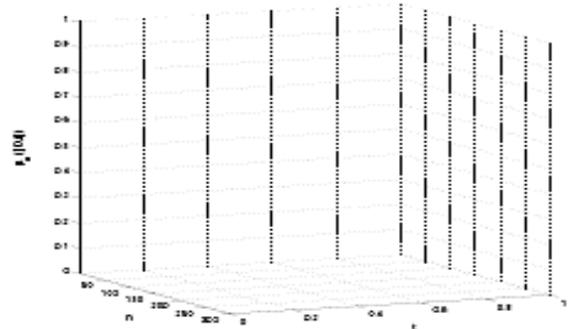


Gráfico 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

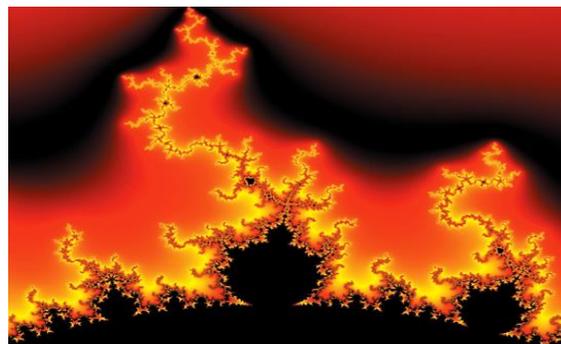


Figura 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Spain para su Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

LATINDEX (Revistas Científicas de América Latina, España y Portugal)

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Aclaratoria de APC

Solo deberá realizar la Tasa de Publicación APC el Autor corresponsal, en el entendido de que los Coautores son terceras personas que apoyaron al desarrollo del Artículo y estos están incluidos en la misma Tasa, con los mismos derechos y privilegios de la obra, según se señala en los principios de Ética y Conducta de ECORFAN-México, S.C., apoyando a los que menor acceso a la información tienen y los emanados del Servicio Internacional de Ciencia y Tecnología del BID, OMPI, OEA, OCDE y ONU.

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ARCILA-ARANGO, Mauricio. MsC

VALLE-CORNAVACA, Ana Lorena. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

35-44 A Number, 19 -Antioquia –Envigado-Colombia.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales

“Aceite de higuerilla como inhibidor biológico en grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) para producción de nopal verdura”

ACOSTA-NAVARRETE, María Susana, CALDERÓN-RUIZ, Alberto, RAMÍREZ-LEMUS, Lidia y GUZMÁN-CABRERA, Rafael

*Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato
Universidad de Guanajuato*

“Determinación del flujo de nutrientes en Biodigestores alimentados con excretas de ganado bovino lechero y porcino”

RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana

Universidad de Guadalajara

“Adaptabilidad de híbridos trilineales de maíz en el área tropical de los estados de Veracruz y Tabasco, México”

SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, ESPINOSA-CALDERON Alejandro y ANDRES-MEZA, Pablo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

“Indicadores fisiológicos del deterioro artificial de semillas de *Physalis philadelphica*”

QUINTANA-CAMARGO, Martín, PICHARDO-GONZÁLEZ, Juan Manuel, PEÑA-LOMELI, Aureliano y TORRES-GARCÍA, Edgar

Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP

