

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE FRANCISCO I. MADERO

Agrotecnología: Tendencias y Perspectivas



EDITORES

Brenda Ponce Lira
Nellybeth Rodríguez Martínez
Susana Graciela Sánchez Herrera
Alejandro Ventura Maza

AGROTECNOLOGÍA: TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS. PRIMERA EDICIÓN: 2017

ISBN: 978-607-9260-18-7 E-BOOK

DR 2017. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE FRANCISCO I. MADERO

FRANCISCO I. MADERO, HIDALGO

KILOMETRO 2 DE LA CARRERA TEPATEPEC - SAN JUAN TEPA,

FRANCISCO I. MADERO, HIDALGO.

EDITORES

Brenda Ponce Lira

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

Nellybeth Rodríguez Martínez

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

Susana Graciela Sánchez Herrera

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

Alejandro Ventura Maza

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

DIRECTORIO

Lic. Omar Fayad Meneses

Gobernador del Estado de Hidalgo

Lic. Simón Vargas Aguilar

Secretario de Gobierno del Estado de Hidalgo

Mtra. Sayonara Vargas Rodríguez

Secretario de Educación del Estado de Hidalgo

Lic. Carlos Muñoz Rodríguez

Secretario de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo

Ing. Juan Benito Ramírez Romero

Subsecretario de Educación Media Superior y Superior del Estado de Hidalgo

Ing. Juan de Dios Nochebuena Hernández

Rector de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

M.C. Sergio Cortez Gamboa

Secretario Académico de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

L. C. Humberto Ángeles Hernández

Secretario Administrativo de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Ing. Jaime Salinas Pérez

Subdirector de Planeación y Evaluación de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

AGRADECIMIENTOS

A todos los que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de esta obra

Diseño de portada: *Lic. Fernando Cruz López*

PREFACIO A LA EDICION DEL LIBRO

La Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), es una Institución de Educación Pública Superior que a sus doce años de creación se ha cimentado en altos estándares de calidad, al ser una institución de educación superior integral, formadora de profesionistas, certificada y acreditada en los procesos académicos con una mejora continua conforme a la norma ISO 9001:2008. Además, los programas académicos se encuentran al 100% acreditados por instituciones reconocidas como el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

En este sentido, mención especial merece el Cuerpo Académico de Sistemas de Producción en Agroforestería, cuyo compromiso, trabajo y dedicación permiten que hoy estudiantes, investigadores, productores, empresarios y público en general dispongan de este libro como producto del *IV Congreso Nacional de Agrotecnología*. Dicho grupo de investigadores se congratula al presentar este documento, en el que se presentan hallazgos científicos generados de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que cultiva este Cuerpo Académico: Manejo integrado y Aprovechamiento de los Sistemas Agroforestales. Es importante mencionar que el libro contiene aportaciones de diversos sistemas de producción, orientados a mejorar la productividad de las tierras y al mismo tiempo ser ecológicamente sustentables.

La publicación del libro tiene como propósito difundir el trabajo colegiado que realiza el Cuerpo Académico; así como dar a conocer parte de la investigación que se efectúa dentro de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, y de otras Instituciones de Educación superior y de Investigación, para de esta manera, motivar a estudiantes de nivel medio superior y superior a integrarse a la institución a participar en sus diferentes programas educativos y su maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable.

Dra. Brenda Ponce Lira

Líder del Cuerpo Académico
Sistemas de Producción en Agroforestería

M. en C. Alejandro Ventura Maza

Responsable del Programa Educativo
de Ingeniería en Agrotecnología

CONTENIDO

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA

VARIABLES MORFOLÓGICAS DE INTERÉS FORRAJERO DEL BOTÓN DE ORO <i>(Tithonia diversifolia)</i> <i>Vargas, Monter Jorge, Nieto, Aquino Rafael, Callejas-Hernández Judith, Vargas, López Samuel, Zúñiga-Acosta Gloria, Chávez Aguilar Itzel.</i>	11
MINERALES PRESENTES EN CÍTRICOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES..... <i>Mariño, Pérez Francisco Guillermo, Vargas, Monter Jorge, Nieto, Aquino Rafael</i>	15
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS RAMBOUILLET AL PRIMER PARTO..... <i>Aguilar López Pedro , Nieto Aquino Rafael, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo, Vargas Monter Jorge, Pro Martínez Arturo, Tarango Arámbula Luis Antonio, Rodríguez Ortega Alejandro</i>	18
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON UREA SOBRE LA ALTURA Y MATERIA SECA DE <i>Chloris gayana</i> Y <i>Pappophorum vaginatum</i> EN INVERNADERO..... <i>Rodríguez Ortega Alejandro, Aguilar López Pedro, Hernández Guzmán Filogonio de Jesús, Ventura Maza Alejandro, Vargas Monter Jorge, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo, Pro Martínez Arturo, Tarango Arámbula Luis Antonio, Nieto Aquino Rafael.</i>	23
EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN ENERGÉTICA SOBRE LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS EN OVEJAS CON DIFERENTE CONDICIÓN CORPORAL..... <i>Nieto, Aquino Rafael, Vargas, Monter Jorge, Noguez, Estrada Juan, Rodríguez, Ortega-Leodan Tadeo, Navarrete, Reyes Juan Diego, Campero, Cruz Ángel.</i>	29
PERFIL HORMONAL Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS ALIMENTADAS CON DIETA RICA EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS..... <i>Nieto, Aquino Rafael, Vargas, Monter Jorge, Noguez, Estrada Juan, Rodríguez, Ortega-Leodan Tadeo, Navarrete, Reyes Juan Diego, Noriega, Trinidad Víctor Edgar.</i>	34
EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES PARA LA TINCIÓN DE PELO DE CONEJO..... <i>Chávez-Lara Jesús Emmanuel, Sánchez-Herrera Susana Graciela, Rodríguez-Martínez Nellybeth, Brenda Ponce Lira, Noguez-Estrada Juan.</i>	40

TINCIÓN INTRÍNSECA DE CAPULLOS DE SEDA <i>Bombyx mori</i> CON COLORANTE	43
<i>Aseneth Leilani Facio Cárdenas, Ventura Maza Alejandro, Graciano Javier Aguado Rodríguez, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo, Rodríguez Ortega Alejandro</i>	

OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL CICLO DE VIDA DE <i>Acentrocneme hesperiaris</i> (Lepidoptera: Megathymidae) EN MAGUEYES DEL RINCÓN, HIDALGO, MÉXICO.....	47
<i>Vargas Zúñiga Leonel, Equihua Martínez Armando, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo, Ventura Maza Alejandro, Tarango Arámbula Luis Antonio, Nieto Aquino Rafael, Rodríguez Ortega Alejandro.</i>	

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA 1

DAÑO Y ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE MEZQUITE (<i>Prosopis laevigata</i>) PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA EN ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO.....	54
<i>Martínez Kristian Cortez, Ventura Maza Alejandro, Rodríguez Ortega Alejandro, Lara Viveros Francisco, Martínez Itzcoatl, Susana Graciela Sánchez Herrera.</i>	

UTILIZACIÓN DEL QUITOSANO COMO BIOPELÍCULA PARA EL TRATAMIENTO DE FRUTOS DE PIMIENTO MORRÓN (<i>Capsicum annum</i> L.) EN POSTCOSECHA.....	60
<i>Peña Hernández Denise Rosa, Lara Viveros Francisco Marcelo, Landero Valenzuela Nadia.</i>	

EFFECTO DE SUSTANCIAS DE ORIGEN COMPLEJO EN LA MULTIPLICACIÓN <i>In Vitro</i> DE <i>Agave cupreata</i> OTTO.....	65
<i>Aguilar Jiménez Daniel, Eulalio Rivera López, José Luis Rodríguez De la O.</i>	

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN DEL AJO (<i>Allium sativum</i>) BAJO CONDICIONES HIDROPÓNICAS.....	68
<i>López Fernández Abelardo, Cruz Vargas Juan Alberto, Pérez García Brandon Daniel, Rivas Castillo Andrea M.</i>	

GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE SEMILLAS DE CHILTEPÍN (<i>CAPSICUM ANNUUM</i> L.) ESCARIFICADAS CON ÁCIDO SULFURICO.....	72
<i>Faustino Martínez Leticia, Efraín Contreras Magaña, Emigdio De la Cruz De la Cruz.</i>	

APORTE NUTRICIONAL DEL HIGO (<i>Ficus carica</i> L.).....	75
<i>Rodríguez Ortega Leodan Tadeo, Pro Martínez Arturo, Vargas Galicia J. Artemio, Nieto Aquino Rafael, Valencia Lazcano Anaí Alicia, Vargas Monter Jorge, Aguilar López Pedro, Navarrete Reyes Juan Diego, Rodríguez Ortega Alejandro.</i>	

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR MEDIANTE IMÁGENES DIGITALES UTILIZANDO OPERADORES LÓGICOS PARA SU USO EN VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS.....	81
---	----

Lara-Viveros Francisco Marcelo, Landero-Valenzuela Nadia, Figueroa- Casarrubias Diana Laura, Flores-Cruz Karina, ²Jiménez-Ortega Alejandro, Callejas- Hernández Judith, Ventura-Maza Alejandro.

FERTILIZANTE ORGÁNICO ELABORADO CON LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) APLICADO EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)..... 84
Hernández-Castro Jesús Antonio, Urias-Ruelas Julio Yamil.

OPO SQUASH (*Lagenaria siceraria*), COMO CULTIVO ALTERNATIVO EN EL VALLE DEL ÉVORA..... 86
López-González Felizardo, Mejía-Bojórquez Jorge Manuel.

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO EN LA PLATAFORMA EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN..... 90
Callejas Hernández Judit, Hernández Barrera Georgina, Martínez Viguera Héctor, González García María Guadalupe, Michel Castro Francisco Javier, Trejo Francisco Ismael, López Azuaro Luis Enrique, Ponce Lira Brenda.

MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN ESPACIAL DE TEMPERATURA DEL AIRE EN MÉXICO..... 95
Aguado Rodríguez Graciano Javier, Lara Viveros Francisco M., Landero Valenzuela Nadia, Callejas Hernández Judith.

EXTENSIONISMO JOVEN EN EL VALLE DEL ÉVORA, UNA EXPERIENCIA DE REENCUENTRO CIENCIA-EMPIRISMO..... 99
Mejía-Bojórquez Jorge Manuel, Urias-Ruelas Julio Yamil.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA 2

PRIMER REPORTE DE *Cactopinus agavensis* EN MAGUEY XAMINI DE SANTIAGO TEZONTLALE, HIDALGO, MÉXICO..... 104
Karla Erika Viguera Islas, Armando Equihua Martínez, Rosa Edith Islas Mendoza, Carlos Enrique Hernández Viguera, José Luis Martínez Hernández, Leodan Tadeo Rodríguez Ortega y Alejandro Rodríguez Ortega.

ESTIMACIÓN DE NITRÓGENO EN PLANTAS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS OBTENIDAS CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL HIDALGO..... 108
Figueroa- Casarrubias Diana Laura, Landero-Valenzuela Nadia, Flores-Cruz Karina, Jiménez-Ortega Alejandro, Callejas- Hernández Judith, Lara-Viveros Francisco Marcelo.

ESTIMACIÓN DE NITRÓGENO EN SUELOS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS OBTENIDAS CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL HIDALGO..... 111
Jiménez-Ortega Alejandro, Callejas- Hernández Judith, Figueroa- Casarrubias Diana Laura, Flores-Cruz Karina, Lara-Viveros Francisco Marcelo.

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO BAJO DOS SISTEMAS DE LABRANZA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO..... 114

Ponce Lira Brenda, Jiménez Dezeuza Stephanie, Mera Mata Diana Laura, López Martínez Alin Citlaly, López Hernández Arlett, Sánchez Zúñiga Dulce Adilene.

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FITOHORMONAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD POSCOSECHA EN SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) VAR. SUN SUGAR, EN LA LOCALIDAD DE CHAPOPOTE CHICO, VERACRUZ, MÉXICO..... 118
López García Luis Uriel, Rodríguez Martínez Nellybeth, Cruz Castro Santiago, Sánchez Herrera Susana Graciela, Ponce Lira Brenda.

EVALUACIÓN DEL GRADO DE LETALIDAD OCASIONADA POR LA PATOGENESIS DE TRES CEPAS DE HONGOS (*Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) EN LARVAS DE *Diatraea considerata* EN BIOENSAYOS..... 123
Alvarado Hernández Irieth Arely, Escorza Pérez Francisco, Leines Ramírez Sinuhé

EFFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA SÍNTESIS DE FENOLES EN PLANTAS DE FRIJOL, EN CONTRA DE *Rhizoctonia solani*..... 126
Moctezuma-Bautista, K., Landero-Valenzuela, N., Lara-Vivero, F. M., Andrade-Hoyos, P. y Cerón-Hernández L. A.

EVALUACIÓN DE *Aceria malherbae* PARA EL CONTROL DE *Convolvulus arvensis* EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C..... 131
Gómez Mercado René, Tamayo Esquer Luis Miguel, Alvarado Padilla Jorge Iván, Cervantes Lugo Ulises.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO EN BIOGÁS..... 134
Lugo García Armando, Callejas Hernández Judith, Rodríguez Ortega Alejandro, Ponce Lira Brenda.

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE A TRAVÉS DE LA ADICIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO PARA REDUCIR PH Y PÉRDIDAS DE NITRÓGENO..... 139
García Sánchez Erika Noemí, Rodríguez Valadez Francisco Javier, Jiménez Torres Alejandra

CARACTERIZACIÓN DE TEMPERATURA EN PILAS DE ABONOS ORGÁNICOS SOLARIZADAS..... 143
Luna Anguiano Jesús, López Martínez José Dimas, López González Rebeca Iyonne, López González José Dimas.

PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL MEDIANTE EL EMPLEO DEL HORNO TIPO MEDIA NARANJA ARGENTINO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C..... 146
Aguilar Herrera Jorge Alejandro, Gómez Mercado René, Sánchez Rojas Leonardo, Pérez Torres Miguel Ángel, Leyva Ovalle Ángel, Flores Pinelo Raúl Santiago.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA

VARIABLES MORFOLÓGICAS DE INTERÉS FORRAJERO DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*)

¹VARGAS, MONTER JORGE, ¹NIETO, AQUINO RAFAEL, ¹CALLEJAS-HERNÁNDEZ JUDITH,
²VARGAS, LÓPEZ SAMUEL, ¹ZÚÑIGA-ACOSTA GLORIA Y ¹CHAVEZ AGUILAR ITZEL.

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), Hidalgo, México.

²Colegio de Postgraduados campus Puebla. Km. 125.5 carretera federal México-Puebla, C.P. 72760,
Puebla, Puebla, México.

Autor para correspondencia: jvargas@upfim.edu.mx

Introducción

La diversidad de regiones agroecológicas en las que se desarrollan las explotaciones ganaderas del país demanda la búsqueda y evaluación de nuevos recursos forrajeros que generen mayores rendimientos de materia seca y mejor valor nutritivo para el ganado. Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico, con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Gallegos *et al.*, 2014). Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de estos, bajo condiciones de cero fertilización. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas, como *Tithonia diversifolia*, que poseen características nutricionales que las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Cino *et al.*, 2012).

Tithonia diversifolia, es una planta herbácea originaria de centro América de la familia asterácea que posee 15 000 especies distribuidas por todo el mundo. La planta se encuentra con mayor frecuencia a 2400 m de altitud, en sitios con precipitaciones entre 800 y 5000 mm al año. Se describe como una planta que mide de 1.5 a 4.0 m de altura con ramas fuertes y hojas alternas en su mayoría de 7.0 a 20 cm de largo y de 4.0 a 20.0 cm de ancho, con una floración de otoño invierno (finales de septiembre y principios de diciembre) de flores amarillo brillante, es considerada una maleza, mejor conocida como mirasol (Cino *et al.*, 2012). Se caracteriza por su gran volumen radicular y por su habilidad especial para recuperar los nutrientes del suelo, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, presenta rápido crecimiento, soporta la poda y la quema a nivel del suelo. No reporta enfermedades, es susceptible a algunos comedores de hoja (en estado de larvas o gusanos). Se emplea como flora para apicultura como fuente de néctar en zonas cafeteras, en medicina la emplean contra problemas gastrointestinales (Gheno *et al.*, 2011), y en alimentación animal como forraje de corte para de cerdos, ovejas, conejos, ovinos de pelo. Actualmente se reconocen su propiedades nutricionales en la nutrición animal por su alto contenido de proteína y digestibilidad (Mahecha *et al.*, 2007), sin embargo se requiere de estudiar el comportamiento agronómico para poder establecer su potencial forrajero. Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar la propagación de *Thithonia diversifolia* a partir de diferentes diámetros de estaca y su efecto en caracteres de desarrollo morfológico de interés forrajero.

Materiales y métodos

El trabajo se estableció en el ciclo agrícola primavera-verano específicamente en el mes de Marzo, en un área experimental de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero a 1950 msnm. El clima es templado con temperatura media anual de 18 °C. Se hizo propagación asexual con estacas de 40 cm en posición

inclinada, en cama de siembra de 30 cm de profundidad en suelo delgado con pobre materia orgánica. La densidad de siembra fue de 13 estacas por m².



Figura 1. Supervivencia de *Tithonia diversifolia*

Se establecieron 3 áreas experimentales de *Tithonia diversifolia* para evaluar el diámetro de la estaca para su establecimiento (1 cm, 2 cm y 4 cm). A los 30 días se evaluó el rebrote axilar de las estacas, tomando al azar 10 plantas por tratamiento. Posteriormente se les aplicó 3 riegos de auxilio y el control de malezas se realizó de forma manual (Figura 1).

La cosecha se realizó a los 120 días después del establecimiento, se procedió a registrar en 9 plantas por tratamiento, las características morfo agronómicas y la composición botánica; altura de la planta, número de ramas, número de flores, peso de la planta completa y su relación hoja-tallo.

La determinación de proteína se realizó por tratamiento en hojas y tallos en el laboratorio de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, por el método Kjendhal. El análisis de los datos se realizó con programas SAS Versión 9 (2000), se obtuvieron los estadísticos descriptivos se realizó la prueba de comparación de medias por el procedimiento Tukey.

Resultados y discusión

El prendimiento de estacas fue mayor en las de 4 cm con un 100 %, no existiendo diferencias entre los tratamientos de 1 y 2 cm, con porcentajes de prendimiento de 90% (Cuadro 1). Los resultados son similares a lo encontrado por Tun (2004) quien reporta menores porcentajes de prendimiento y número de raíces para estacas del último tercio o parte más tierna comparadas con las estacas de la parte más leñosa del tallo.

Cuadro 1. Porcentaje de prendimiento de *Tithonia diversifolia* en Hidalgo, México (2014).

Diámetro de estaca (cm)	Prendimiento (%)
1	90 a
2	90 a
4	100 b

Medias con diferente letra entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$).

La planta de *Tithonia diversifolia*, presento diferencias en el desarrollo morfológico a los 120 días de cosecha acorde a tratamientos. El tratamiento 4 obtuvo mejor comportamiento en altura de planta, número de ramas y número de flores las estacas mientras que las plantas provenientes de estacas de 1 y 2 cm presentaron menor altura, número de ramas y ausencia de flores (Cuadro 2.)

Cuadro 2. Características morfo agronómicas a los 120 Días de establecimiento de *Tithonia diversifolia* en Hidalgo, México (2014).

Diámetro de estaca (cm)	Altura	No. Ramas	No. Flores
1	108.33 c	1.33 c	0 b
2	125.0 b	3.0 b	0 b
4	178.94 a	4.0 a	3 a

Medias con diferente letra entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$).

La siembra con estacas leñosas presentara mayor prendimiento, y desarrollo morfológico al tener mayor tejido conductor (Ospina, 2002). Lo anterior coincide con lo encontrado en el presente estudio, donde las estacas de diámetro de 4 cm reportaron el mayor peso de materia verde por planta y mayor porcentaje de materia seca (MS) a los 120 días de cosecha (Cuadro 3). El rango de materia seca oscilo entre 10 y 23 %, muy similar a lo encontrado en la literatura donde se reportan valores desde 13,5 hasta 25,0 % de materia seca. El porcentaje de materia seca está en función de la edad y la frecuencia de corte, a medida que la planta envejece los porcentajes de MS son más elevados.

Cuadro 3. Relación hoja-tallo y Contenido de Proteína a 120 Días de establecimiento *Tithonia diversifolia* en Hidalgo, México (2014).

Diámetro de estaca (cm)	Peso de la Planta verde (g)	% MS	Relación (%) hoja:tallo	Proteína cruda en hoja (%)	Proteína cruda en tallo (%)
1	169.54 c	18 b	28:72 a	16.18 a	3.91 b
2	441.73 b	10 c	28:72 a	16.72 a	5.54 a
4	1,216.22 a	23 a	28:73 a	17.58 a	2.38 b

Medias con diferente letra entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$).

En el estudio se encontró una relación hoja-tallo similar en los tres tratamientos de 28:72. Lo anterior se asemeja con lo reportado en cosechas de *Tithonia diversifolia* a 85 días donde se reportan relaciones de hoja tallo de 18:78 (Lugo *et al.*, 2012). Sin embargo la relación hoja tallo se afecta con la edad de corte, en edades de 40 días persiste mayor proporción la hoja (Plazas, 2010).

El mayor contenido de proteína se encontró en las hojas para los tres tratamientos, con valores de entre 16 y 17 %. En los tallos provenientes de estacas de 2 cm de diámetro se obtuvo mayor porcentaje de proteína cruda de 5.5 %, seguido de los tallos provenientes de estacas de 1 y 4 cm con valores de 3.9 y 2.3 % respectivamente (Cuadro 3).

Los porcentajes de proteína para las fracciones de la planta son inferiores a lo reportado en la literatura donde reportan valores de 29 y 17 % para hojas cosechadas a los 30 y 60 días de establecimiento (Lezcano *et al.*, 2010). Por otra parte, Mahecha *et al.* (2007), encontró valores de proteína de 28% y señalaron que la planta presenta características deseables para su uso en la alimentación de los bovinos, y que a medida que

aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan los de fibra. La calidad nutritiva del follaje de *Tithonia diversifolia* varía en dependencia del estado vegetativo de la planta, pero puede ser utilizado en ambas épocas, ya que cuenta con valores apreciables de proteína bruta en la fracción comestible hoja-tallo (La O *et al.*, 2012).

Conclusiones

Se concluye que la plantación de *Tithonia diversifolia* se debe realizar con estacas de 4 cm debido a que muestra mejor prendimiento, mayor desarrollo por tener mayor sistema de conducción y lo que le permite tener mayor producción de ramas y mayor producción de forraje verde a nivel de planta. El diámetro de las estacas no influye en el porcentaje de proteínas en hojas, sin embargo pareciera haber una diferencia en porcentaje de proteína en tallos, siendo las estacas de 2 cm las que mostraron mejor valor. Es necesario seguir evaluando la planta en términos de la búsqueda del equilibrio entre producción y calidad de biomasa.

Literatura Citada

- Cino, D. M., Ruiz, T. E., Martínez, Y., Chongo, B., & Díaz, H. (2012). Harina de follaje de tithonia (*Tithonia diversifolia*) en dietas integrales para la alimentación de terneros lactantes. Resultados económicos preliminares. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4).
- Gallego, L. A., Castro, L., Mahecha, L. y Angulo, A. J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam.* 25(2):393-403. 2014. ISSN:2215-3608.
- Gheno, H., Nava, B. G., Martínez, C.R.A. y Sánchez, V.E. 2013. Las plantas medicinales de parteras y médicos indígenas tradicionales de Ixhuatlancillo, Veracruz, México y su significado cultural *Polibotanica* 31:199-251.
- La O, O., H. González, A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruíz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, B. Castro, y Y. Hernández. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Rev. Cubana Cienc. Agr.* 46:47-56.
- Lezcano, Y., Soca M., Ojeda F., Roque E., Fontes, D. , Montejo, I., Santana, H. Martínez, J. y Cubillas N. 2012. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes* [online]. 2012, vol.35, n.3
- Lugo, S. M., Molina, F., González, I., González, J., y Sánchez, E. 2012 Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Zootecnia Trop.*, 30(4): 317-325. 2012.
- Mahecha, L., Escobar, J. P, Suárez, J. F. y Restrepo, L. F. 2007. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #16.*
- Ospina, S. 2002. Tres especies vegetales promisorias: Nacadero *Trichanthera gigantea* (H. & B.) Nees. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray). Bore *Alocassia macrorhiza* (Linneo) Schott. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Colombia. p. 297.
- Plazas C. H. 2010. Evaluación agronómica a nivel de finca, de bancos forrajeros asociados con *Tithonia diversifolia*, *Verbena* sp. *Tournefortia* sp., *Cratylia argentea*, y *Acalypha macrostachia*. Experiencias con pequeños productores del Piedemonte del Meta, Municipios de Restrepo y Cumaral, Departamento del Meta, Colombia. *Rev Sist Prod Agroecol.* 1: 1: 2010
- Tun, M. 2004. Efecto de la edad de corte y distancias de siembra en el rendimiento y calidad de *Tithonia diversifolia*. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Agropecuario. No. 2. Conkal, Yucatán, México.

MINERALES PRESENTES EN CÍTRICOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

¹Mariño, Pérez Francisco Guillermo, ¹Vargas, Monter Jorge, y ¹Nieto, Aquino Rafael

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), Hidalgo, México.

Autor para correspondencia: fmarino@upfim.edu.mx

Introducción

México es de los principales productores de cítricos, ubicándose en el quinto productor a nivel mundial (4.6% del total) detrás de China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) y la India (6%).

La citricultura en México es una actividad de gran importancia económica y social: Se realiza en poco más de medio millón de hectáreas en regiones con clima tropical y sub-tropical en 23 entidades federativas. De esa superficie, aproximadamente 80% se destina a los denominados cítricos dulces, cuya producción es del orden de 4.9 millones de toneladas por cosecha, principalmente de naranja (83% del total), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%). Los estados de mayor importancia en la producción son Veracruz (55% del total nacional), San Luis Potosí y Tamaulipas, que en conjunto representan 22% de la superficie sembrada y cosechada, así como Puebla y Nuevo León. (SAGARPA, 2012).

De una tonelada de naranja se obtienen 100 kg de pulpa de cítrico. Pudiendo aprovechar 490,000 toneladas de pulpa de cítrico para alimento en rumiantes por cosecha. La pulpa de cítrico obtenida está formada por la piel (60-65%), segmentos del fruto (30-35%) y semillas (0-10%). El contenido medio en materia seca de la pulpa es de un 20%. La forma de utilización de este subproducto puede ser en fresco, ensilado o deshidratado. En el proceso de deshidratación se añade sodio o hidróxido de calcio para aumentar el pH y facilitar el procesado. Por esa razón, la pulpa de cítricos fresca suele tener un contenido de calcio menor respecto a la pulpa deshidratada. El uso de pulpa de cítricos húmeda es casi exclusivo para rumiantes. (FEDNA, 2004).

La inclusión de pulpas de cítricos en dietas de rumiantes se hacen desde la perspectiva de aporte de energía sin embargo elevados porcentajes de inclusión pueden tener efectos dañinos, como el engrosamiento de la pared ruminal (Loggins *et al*, 1968), conocida como paraqueratosis ruminal (Rodríguez *et al*, 1974), teniendo como resultado la poca absorción de nutrientes (Haskins *et al*, 1967; Haskins *et al*, 1971). Otros investigaciones recomiendan al 30% de inclusión de la ración de rumiantes (Chaudhry y Nasserb, 2006). El promover el uso de pulpas de cítricos en la alimentación animal demanda el conocimiento de todos sus nutrimentos, por ello el objetivo del presente trabajo fue determinar los macro minerales y micro minerales presentes en las pulpas de naranja y toronja para tener valores de referencia que orienten sus usos en la alimentación de rumiantes.

Materiales y métodos

Se colecto pulpa de naranja y de toronja en Martínez de la Torre, Veracruz México. En el laboratorio de nutrición animal y bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2013, se realizó liofilización, posteriormente se determinaron los minerales; Mg, Na, k, Fe, Cu, Zn, Pb, Cr, Cd, Ca y P por espectrometrofotometría de absorción atómica.

Resultados

En la pulpa de naranja, se encontró alta cantidad de calcio, fósforo y magnesio, estos macrominerales durante el proceso de fructificación de la planta tienden a traslocarse hacia fruto (Cuadro 1). Además el alto contenido de calcio puede deberse a el proceso de deshidratación a base de hidróxido de calcio para aumentar el pH y facilitar el procesado. Por esta razón la pulpa de cítricos fresca suele tener un contenido de calcio menor respecto a la pulpa deshidratada. (FEDNA 2004).

Cuadro 1. Minerales en pulpas naranja y toronja.

	Naranja	Toronja
Macro minerales (%)		
Calcio	0.56	N.D.
Fosforo	1.99	N.D.
Magnesio	2.72	3.66
Sodio	0.071	0.083
Potasio	0.82	1.12
Micro minerales (ppm)		
Hierro	NSD	NSD
Cobre	NSD	NSD
Zinc	NSD	NSD
Plomo	NSD	NSD
Cromo	NSD	NSD
Cadmio	NSD	NSD

NSD= No se detecta a más de 1 ppm.

El Mg favorece el transporte de P dentro de la planta, durante la floración y fructificación se produce una translocación significativa hacia los brotes y frutos. El K es un elemento esencial de la cáscara, su deficiencia en la plata ocasiona cáscara delgada y baja acidez en fruto.

En el análisis no se detectaron micro minerales, se podría suponer deficiencia de estos en los suelos o bien que no son traslocados en la cascara de los cítricos, como en el caso del Fe que es un mineral traza de poca movilidad en las plantas.

Conclusiones

La pulpa de naranja es una fuente alta en calcio fósforo y magnesio, ideal como complemento en época de estiaje para evitar hipocalcemia e hipomagnesemia, así como su uso para mejorar parámetros reproductivos por su alta cantidad de fósforo, pudiendo sustituir parcial o totalmente las sales minerales comerciales con dichos minerales.

Su uso es benéfico para la sociedad, ya que al no saber su uso potencial tiende a convertirse en basura orgánica, provocando contaminación. Pudiéndose utilizar de manera cotidiana en producción de ganado en pastoreo como suplemento de sales minerales, por su gran cantidad de fosforo y magnesio, bovino de leche, cabras y ovinos.

Literatura citada

Chaudhry, S., Naseerb, Z. 2006. Silages of citrus pulp-poultry litter-corn forage for sheep. Pak. J. Agri. Sci., Vol. 43(3-4).

FEDNA. 2004. S. Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 70 pp.

Haskins, B. R., Wise, M. B., Graig, H. B. 1967. Effects of levels of protein, source of protein and an antibiotic on performance, carcass characteristics, rumen environment and liver abscesses of steers fed all concentrate rations. J Anim Sci; 26:430-434.

Haskins, B. R., Wise, M. B., Graig, H. B. 1971. Effects of adding low lenels of roughages or roughages substitutes to high energy rations for fattening. J Anim Sci 29:345-353.

Loggins, P.E., Ammerman, C.B., Moore, J.F. y Simpson, C.F. 1968. Effect of feeding long hay or HCO₃ with ground or pelleted diets high in citrus pulp on lamb performance. J. Anim. Sci. 27: 745-750.

Rodríguez, V., Rodríguez, B. y Perón, N. 1974. Efecto de la adición de forraje verde a una dieta integral a base de pulpa deshidratada de naranja en el comportamiento de terneros. Rev. Cub. Cs. Agric. 8: 141-148.

Zervas, G., Feggeros, K., Stamouli, S., Vastardis and Apostolaki, E. 1994. Effect of dried citrus pulp on milk yiend and composition of dairy ewes. Anim Sci. Rev., 14:47-48 (Abstract).

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/BOL1301112.aspx> Fecha de consulta: 8 de noviembre del 2014.

<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/244/4/RCE4.pd>, Fecha de consulta 8 de noviembre del 2014.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS RAMBOUILLET AL PRIMER PARTO

Aguilar López Pedro¹, Nieto Aquino Rafael¹, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo², Vargas Monter Jorge¹, Pro Martínez Arturo², Tarango Arámbula Luis Antonio², Rodríguez Ortega Alejandro^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México.

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230, México.

Autor para correspondencia: arortega@colpos.mx

Introducción

La reproducción temprana de las corderas permite incrementar su vida reproductiva, debido a esto se da mayor atención al desarrollo sexual y al comportamiento reproductivo. La pubertad, es el momento en que la reproducción de las ovejas se torna posible, muy caracterizada por la ovulación. Más aun, la pubertad fisiológica no requiere acompañarse con la habilidad para concebir y gestar un feto a término. En la cordera está determinada por la edad al primer comportamiento de celo, otros incluyen estudios sobre la formación de folículos en el ovario y el desarrollo del tracto reproductivo. Se reporta variación en el peso corporal en el cual se manifiesta el primer celo, principalmente entre los 30 - 50 kilogramos (Dyrmundsson, 1989).

La subalimentación de animales jóvenes puede retardar el desarrollo de la pubertad mientras que un elevado programa de alimentación puede adelantarla. En muchas localidades, la nutrición es el factor ambiental y de manejo más limitante para explotar con éxito el potencial reproductivo de las corderas. También la estacionalidad es un factor que influye sobre el momento en que las corderas alcanzan la pubertad, por lo que existe una relación entre fecha de nacimiento y fecha al primer celo, aquí la cantidad de ciclos estrales puede variar, por lo que puede haber una incidencia alta de celos silenciosos. Por lo tanto sus tasas de parición son más bajas. Sin embargo el periodo de gestación en corderas parece ser similar o, en algunos casos, algo más corto que en ovejas adultas. En general, la incidencia de fallas en la reproducción es mayor en corderas, por diversas causas de infertilidad como comportamiento sexual deficiente, celo anovulatorio o fallas en la fertilización. Los efectos genéticos sobre la pubertad están confundidos por factores ambientales como el nivel de nutrición y estación de nacimientos. Más aún, los resultados sobre la producción temprana puede no mostrar, en su totalidad, el potencial real de la raza. Existen referencias sobre diferencias entre razas y líneas, en la incidencia, en la edad y el peso del primer celo (Dyrmundsson, 1973). El desarrollo sexual precoz de ovejas se define como porcentaje de crías paridas hasta los 12 meses de edad (Branford and Bylan, 1981). Este es afectado por factores genéticos, ambientales y por la interacción entre estos (Dyrmundsson, 1989). Las corderas híbridas tienden a tener un mejor comportamiento reproductivo que las puras (Hight, *et al.*, 1973; Hohenboken and Cochran, 1993). Por lo anterior descrito en esta investigación se tuvo como objetivo el evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas Rambouillet al primer parto.

Materiales y métodos

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en la unidad ovina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; ubicado aproximadamente a 8 km al sur de la ciudad de Saltillo; sus coordenadas terrestres son 25° 23' Latitud Norte y 101° 00' Longitud Oeste; con una altura de 1743 msnm; temperatura media anual de 19.8°C y una precipitación pluvial media anual de 298.5 mm; con régimen de lluvias de Junio a Octubre; el clima se caracteriza por ser seco, semiárido (Cruz, 1993).

Animales utilizados

Se trabajó con un rebaño de 23 hembras gestantes de la raza Rambouillet y con similitud en edades antes del primer parto y con un promedio de 36.6 kg estos animales son suplementados antes y después del parto, para obtener mayor rendimiento en cuanto a su producción láctea y mantener a sus crías. Después del parto las crías se pesan para determinar su desarrollo a futuro, aquí es importante mencionar que de las 23 hembras

gestantes (primer parto) que son sometidas a este experimento, se les murió sus crías a 5 de ellas, por diversas causas: asfixia, frío, etc., por lo cual solamente se utilizaron 18 hembras con sus crías para ajustar adecuadamente al análisis estadístico correspondiente. El manejo alimenticio de los animales en general del rebaño ovino, se compone de alimento balanceado con un 13 % de proteína cruda a base de alfalfa y sorgo como suplemento para reforzar el pastoreo en agostadero que se les dio diariamente.

Cada 14 días se pesaron las ovejas preñadas, a la vez sus crías al nacimiento y posteriormente al destete. La detección de la preñez se realizó en el mes de Octubre de 1993 y el destete se realizó en los meses de Mayo y Agosto de 1994. Esta metodología hoy en día (agosto de 2017) sigue funcionando y dando buenos resultados, por lo cual se decidió publicarla mediante la divulgación científica.

Antes de iniciar el experimento se estuvo detectando mediante un aparato de ultrasonido llamado Scanopreg, para saber si estaban o no preñadas las ovejas, dado que algunas resultaron positivas, se tomaron en cuenta que las 23 corderas que se tenían contempladas ya se encontraban con cierto periodo de gestación. Se consideró la temperatura ambiental dado que los reportes que se tienen como comportamiento del animal, puede ser modificado si la temperatura es alta o baja ocasionando trastornos metabólicos y reproductivos, entre otros.

Diseño estadístico

Rodríguez del Ángel, (1991), menciona que la relación y el efecto entre dos variables puede ser exacto cuando la variación o los errores son mínimos o despreciables; sin embargo, en los procesos biológicos esto generalmente no ocurre, en virtud de la cantidad de variables que intervienen en un proceso, además de la heterogeneidad del material con que se trabaja. Por otra parte, la relación puede ser aproximada; así, cuando la tendencia de las observaciones puede ser descrita por una línea recta, la relación es un caso particular de la regresión lineal simple, la cual puede ser descrita por el siguiente modelo:

$$Y_i = \alpha + \beta (x_i) + \epsilon_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

\hat{Y}_i = la estimación de la i -ésima observación de la variable dependiente.

X_i = la i -ésima observación de la variable independiente.

α = intercepto (intercepción de la línea de regresión "n" con el eje Y).

β = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

ϵ_i = error aleatorio de la i -ésima observación.

Temperatura ambiental

Se registró como lo indica el Departamento de Agrometeorología de la Universidad. Tomándose diariamente a las 8:00 a.m. siguiendo siempre una misma secuencia. La medida debe hacerse con termómetro de máximas (mercurio) y de mínimas (alcohol), la cual nos proporciona las temperaturas correspondientes, la temperatura ambiente (a la hora de la observación) y la temperatura media diaria se obtiene de las temperaturas máximas y mínimas, deben leerse siempre en el extremo inferior de los índices correspondientes que se encuentran más cercanos a las columnas del mercurio, está es tomada por una persona encargada de registrar las temperaturas de la estación meteorológica del Departamento (Valdés *et al.*, 1990).

Resultados y discusión

Por medio del comportamiento reproductivo de las corderas con respecto a sus crías en las diferentes variables mostradas en el cuadro 1, tomando en cuenta las características de mayor importancia para el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación, se encontró que el efecto del peso al empadre tiene influencia sobre el peso al parto de las hembras, considerando que en la primera variable se observa que los valores máximos y mínimos están contemplados, dando una relación entre estas dos variables de un 93.6 % de confianza y siendo significativo con un $\alpha = 0.064$ de probabilidad.

Por lo tanto, se tiene que los mejores pesos al empadre se encuentran entre los 33 a 36 kg, lo que da un peso adecuado al parto, esto es dado como consecuencia de las condiciones ambientales tales como la época de pastoreo, stress al momento del parto, falta de suplemento por la competencia entre las ovejas paridas que tienen mayor tiempo en el corral exclusivo para ellas. Cabe mencionar que se tenían contemplados 23 corderas preñadas y por la muerte de 5 crías, solamente se utilizaron 18 con el fin de poder ajustar adecuadamente el análisis estadístico correspondiente, así también, solamente una cordera pario mellizos. Por lo anterior, se observan altibajos en el peso al empadre y peso al parto de las hembras.

Cuadro 1. Principales variables existentes entre las diferentes características evaluadas.

<i>Nº</i>	<i>Kg 1^{er} empadre</i>	<i>Kg parto</i>	<i>Temperatura Nacimiento al Destete °C</i>	<i>Kg Destete de crías</i>	<i>Edad (días) Destete crías</i>	<i>Kg Destete crías</i>
	X (1)	Y (2)	X (3)	Y (4)	X (5)	Y (6)
1	30	42	15.2	13	55	13
2	31	38	15.2	16	75	16
3	31	34	16.8	11	75	11
4	31	36	16.8	18	81	18
5	32	34	16.8	18	81	18
6	33	36	16.8	20	91	20
7	33	46	16.8	21	94	21
8	34	50	16.8	18	96	18
9	34	44	17.9	25	99	25
10	34	44	17.9	16	102	16
11	34	43	17.8	21	104	21
12	35	41	19.4	20	119	20
13	35	48	19.4	17	126	17
14	36	50	19.4	23	129	23
15	36	46	20.2	26	132	26
16	40	36	20.2	16	134	16
17	40	50	20.7	20	145	20
18	42	46	20.7	30	155	30
Media	34.5	42.4	18.2	19.3	105.1	19.3

De acuerdo con Dyrmundsson (1989), la incidencia de fallas en la reproducción es mayor en corderas debido a las diversas causas de infertilidad, incluyendo comportamiento sexual deficiente y celo anovulatorio. Varios autores mencionan que madres mal desarrolladas necesitan cuidado adicional al parto, especialmente si el desarrollo de la ubre y la producción de leche son deficientes. Por otro lado Dyrmundsson (1989) hace referencia a las tasas de crecimiento de corderas criadas por corderas y los comparan favorablemente con las de mellizos criados por ovejas de mayor edad, por lo tanto estos resultados coinciden con lo encontrado en este trabajo, en el cual los corderos criados por corderas jóvenes tuvieron una tasa de crecimiento mayor que los criados por ovejas adultas las cuales tuvieron mellizos.

También se reporta que el peso al destete de las crías está influenciado por la temperatura ambiental, los valores máximos y mínimos se pueden observar en la segunda variable respectivamente, los cuales tienen una confiabilidad de 98.6 % y una significancia de $\alpha = 0.014$ de probabilidad. Es importante mencionar que los resultados observados para este análisis, la temperatura ambiental desde el nacimiento hasta el destete que se registra en el mes de mayo tuvieron mayor efecto, lo cual indica que estas crías tuvieron mayor peso al nacimiento. Mientras que las crías que se destetaron en el mes de agosto tenían menos pesos que las destetadas en el mes de mayo, debido a los cambios de alimentación y de temperatura registrados, de igual manera se encontró variaciones entre los pesos, considerando los factores tales como tamaño de las crías al nacimiento, el instinto maternal y el peso de las corderas antes del parto.

Según Johnson, *et al.* 1962, encontró que las altas temperaturas bajan las ganancias de peso y se debe a que las funciones del cuerpo cambian con tan solo pequeñas variaciones de la temperatura y humedad. Así pues, el ganado puede tolerar temperaturas extremas en el ambiente si se selecciona y maneja adecuadamente. Boleman 1978, menciona que en el invierno, se deben hacer ligeros ajustes en la alimentación y quizá algún abrigo, puede ayudar a compensar el frío y la humedad, pero las temperaturas extremadamente altas en el verano requieren un manejo totalmente distinto.

Por otra parte la edad al destete influye sobre el peso de las crías, observándose los valores máximos y mínimos en la tercer variable dando 99.6 % de confiabilidad lo cual indica que es altamente significativo teniendo un $\alpha = 0.004$ de probabilidad. Por lo que respecta a la edad al destete de las crías se puede determinar que a mayor edad, mayor peso al destete, esto no es una constante ya que como se mencionó con anterioridad influyeron diversos factores como pueden ser de que las crías no alcanzaron su pesos adecuado al destete, ocasionada por una pérdida nutricional debido a los cambios climáticos, que las corderas estuvieran con las crías hasta que estas tuvieran la edad adecuada ya que se observan destetes a diferentes edades, los pesos que son influenciados por las condiciones de temperatura ambiental, es una condición corporal dada por la nutrición, la escasa vegetación en la época de pastoreo ocasionada por la baja precipitación, la poca cantidad de leche producida por las corderas debido al pobre desarrollo de la glándula mamaria (ubre) y el stress provocado cuando se descolan y aretan las crías, al igual que el destete de las mismas.

Finalmente el patrón de crecimiento de las primeras etapas de vida de las ovejas puede afectar su potencial reproductivo, de aquí surge la necesidad de prestar mayor atención al nivel de alimentación debido que en muchas localidades el nivel de nutrición parece ser el factor ambiental más limitante para explotar con éxito el potencial reproductivo de las corderas (Gunn, 1977). Por lo tanto los parámetros de cambios de peso y condición corporal, en forma conjunta, expresan la acumulación o pérdida nutricional de acuerdo a Gunn (1989). Está información coincide con lo encontrado en este estudio. Ya que como se menciona que algunas crías fueron destetadas a menor y a mayor tiempo, por lo que se recomienda destetar a los 3 meses (90 días) de edad.

Conclusiones

Se encontró que el factor climático como la temperatura, tiene un efecto significativo sobre el peso al nacimiento y el peso al destete de las crías de la Raza Rambouillet y en las ovejas jóvenes la temperatura también afectó al peso al empadre y el peso al parto ocasionando bajos pesos al destete.

Literatura citada

Boleman L. 1978. Cattle management during hot weather. In: friend, T. behavior and Management of domestic animals. Texas A&M. EE UU. pp 60-66.

Branford, O. E. A. and Boylan, W. J. 1981. Productivity of purebred and crossbred finnsheep. Reproductive traits of ewes and lamb survival. J. Anim. Sci. 52. pp 989-997.

Cruz, B. P. 1993. Influencia de la estación otoño-invierno sobre el comportamiento reproductivo de sementales ovinos (Rambouillet). Tesis, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Dyrmundsson, O. R. 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe lambs. Anim. Breed. Abst. 41. pp 273-289.

Dyrmundsson, O. R. 1989. Influencia de los factores ambientales sobre la manifestación de la pubertad en corderas, en producción ovina. Editorial AGT. México, D.F. pp. 409-423.

Gunn, R. G. 1977. The effects of two nutritional environments from 6 weeks prepartum to 12 months of age on lifetime performance and reproductive potential of Scottish Blackface ewes in two adult environments. Anim. Prod. 25. pp. 155-164.

Gunn, R.G. 1989. Influencia de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo de las ovejas. Producción ovina. Editorial AGT. México. 104 p.

Johnson, H. D. Ragsdale, A. C., Berry, J. L. and Shanklin, M. D. 1962. Environmental physiology and shelter engineering in special reference to domestic animals. U.S.A. 39 p.

Rodríguez del Ángel, J. M. 1991. Regresión lineal simple. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas. UAAAN, México, pp. 28-37.

Valdés, E.R.A., Mendoza, H.J.M. y Lasso M.L.M. 1990. Apuntes de meteorología y climatología. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. pp. 35-41.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON UREA SOBRE LA ALTURA Y MATERIA SECA DE *Chloris gayana* Y *Pappophorum vaginatum* EN INVERNADERO

Rodríguez Ortega Alejandro¹, Aguilar López Pedro¹, Hernández Guzmán Filogonio de Jesús¹, Ventura Maza Alejandro¹, Vargas Monter Jorge¹, Rodríguez Ortega Leodan Tadeo², Pro Martínez Arturo², Tarango Arámbula Luis Antonio², Nieto Aquino Rafael^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México. (). ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230, México.

Autor para correspondencia: rnieto@colpos.mx

Introducción

En la mayoría de los países latinoamericanos y del mundo, los forrajes constituyen aproximadamente el 80 % del alimento consumido por los rumiantes durante su vida productiva (González, 1993). Por lo tanto, es necesario conocer las necesidades de nitrógeno, características de crecimiento y rendimiento de materia seca a través de los meses del año de cada especie forrajera, para planificar la superficie a sembrar y seleccionar correctamente la especie o especies a incluir en una pradera (Castro *et al.*, 2012). El nitrógeno (N) después del agua, es el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas (Fernández *et al.*, 2002), y es considerado un estimulante del crecimiento (Móron y Risso, 1994). Este elemento es imprescindible para la síntesis de la clorofila, y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis (Fernández del Pozo, 1984). Concentraciones óptimas de N incrementan los procesos fotosintéticos (Corrales *et al.*, 2016) y la producción de biomasa (Lawlor, 2002). La urea [CO(NH₂)₂] es un compuesto sintético que contiene 46% de nitrógeno y a pesar de ser soluble en agua no puede ser absorbido directamente por las plantas (Sirko y Brodzik, 2000). La hidrólisis de urea por la ureasa genera iones amonio (NH₄⁺), que pueden ser absorbidos por las plantas y los microorganismos (Azeem *et al.*, 2014). Sin embargo, es preciso que los fertilizantes nitrogenados como la urea se empleen lo más eficazmente posible para evitar que los nitratos contaminen el agua potable y pongan en peligro la salud de los habitantes (Danso y Eskew, 1984).

Es necesario conocer los niveles adecuados de urea en gramíneas como *C. gayana* y *P. vaginatum*. Ambos pastos son perenes y cosmopolitas, se adaptan a suelos pobres y con cierto grado de salinidad (Céccoli *et al.*, 2011), tienen una valiosa utilización para controlar la erosión del suelo en climas secos (Arshad *et al.*, 2016). En la literatura revisada no se reporta información de estos pastos bajo condiciones de invernadero y fertilizados con urea. Debido a esto el objetivo de esta investigación fue evaluar la altura y la materia seca de los pastos *Chloris gayana* y *Pappophorum vaginatum* bajo condiciones de invernadero, fertilizados con 0, 100 y 120 kg de urea por ha⁻¹ y con una frecuencia de corte cada 21 días.

Materiales y métodos

Características del lugar

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Politécnica Francisco I. Madero, ubicada en Tepatepec, Hidalgo. Se ubica entre los paralelos 20° 11' y 20° 18' de latitud norte y los meridianos 99° 00' y 99° 10' de longitud oeste y a una altitud entre 1 900 y 2 700 m; el rango de temperatura y de precipitación son de 12 a 18°C y 400 a 600 mm, respectivamente; el clima es semiseco templado; el

municipio se encuentra en la Región del Valle del Mezquital en donde se encuentran suelos como el Vertisol (34.0%), Leptosol (32.0%), Calcisol (13.0%) y Phaeozem (0.45%) (INEGI, 2009).

Periodo y tipo de siembra

Las semillas se adquirieron en enero de 2015, se almacenaron en bolsas de polietileno en ambiente seco y fresco a la sombra. El periodo de establecimiento fue de enero a abril de 2015 y el periodo de evaluación de junio de 2015 a mayo de 2016. La siembra se realizó en peat moos húmedo, a una profundidad de 1 cm en dos charolas de unicel de 5 x 20 x 40 cm. Estas permanecieron en cámara de ambiente controlado a 22°C con 24 h de luz fluorescente, y se regaron por aspersión cada 48 h (30 mL de agua por charola).

Siembra

Las mejores cariósides de los pastos *Chloris gayana* y *Pappophorum vaginatum* fueron seleccionadas y se sembraron en charolas de unicel de 200 cavidades. Una vez establecidos los pastos, se colocaron 3 plantas por maceta para evitar pérdidas y asegurar una sola planta, vigorosa y con mejores posibilidad de subsistir.

Fertilización y frecuencia de corte

Los tratamientos consistieron en la fertilización con urea: 0 (testigo), 100 y 200 kg de urea ha⁻¹. Se aplicaron 0.69 y 0.83 g de urea por planta, lo que equivalía a una fertilización de 100 y 120 kilogramos de urea por hectárea cada 30 días (d). En cada tratamiento se realizó un corte cada 21 d posteriores al corte de homogenización a 10 cm; el cual, se hizo a 42 d después de la siembra.

VARIABLES ANALIZADAS

Las variables analizadas en ambos pastos fueron: la altura del pasto en las fechas de corte cada 21 d y la acumulación de materia seca, la cual se calculó del forraje que se cosecho en cada corte. El forraje se almaceno en bolsas de papel, estas se secaron en la estufa a 65 °C por 48 h y se pesaron (g MS m⁻²).

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos (cinco repeticiones por tratamiento). La altura y la materia seca fueron analizadas con un ANOVA de una vía usando el procedimiento MIXED de SAS v. 9.0 (SAS, 2006).

Resultados y discusión

La mayor (P<0.05) altura del pasto *Chloris gayana* con una frecuencia de corte cada 21 d se observó al aplicar 100 kg de urea ha⁻¹ en los meses de junio (Jun) y diciembre (Dic), mientras que, en los otros meses al aplicar 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con esa misma frecuencia de corte se observó una altura similar (P>0.05). El tratamiento testigo con la frecuencia de corte cada 21 d presentó la menor (P<0.05) altura comparada con los otros tratamientos durante todos los meses del año (Figura 1).

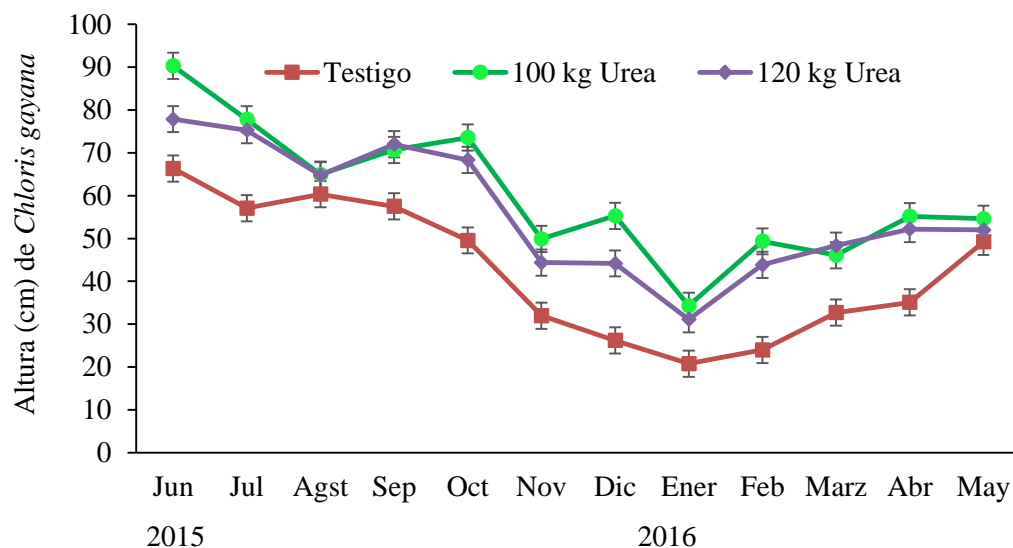


Figura 1. Altura (cm) del pasto *Chloris gayana* fertilizado con 0 (testigo), 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte cada 21 d en los diferentes meses del año: enero (Ener), febrero (Feb), marzo (Marz), abril (Abr), mayo (May), junio (Jun), julio (Jul), agosto (Agst), septiembre (Sep), octubre (Oct), noviembre (Nov) y diciembre (Dic). La altura del pasto *Pappophorum vaginatum* fue similar ($P>0.05$) en los tratamientos testigo, 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte cada 21 d (Figura 2).

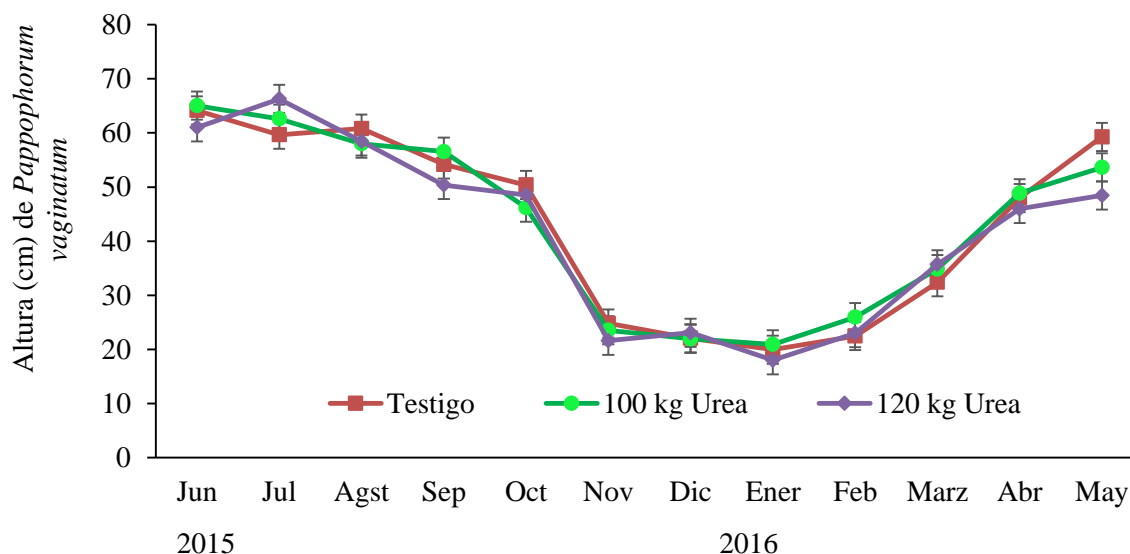


Figura 2. Altura del pasto *Pappophorum vaginatum* fertilizado con 0 (testigo), 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte cada 21 d en los diferentes meses del año: enero (Ener), febrero (Feb), marzo (Marz), abril (Abr), mayo (May), junio (Jun), julio (Jul), agosto (Agst), septiembre (Sep), octubre (Oct), noviembre (Nov) y diciembre (Dic).

El mayor contenido de materia seca del pasto *Chloris gayana* con una frecuencia de corte cada 21 d, se observó con la fertilización de 100 kg de urea ha⁻¹ en los meses de junio, septiembre y octubre. En los otros meses no se observaron diferencias en el contenido de MS con la fertilización de 100 o 120 kg de urea ha⁻¹. El tratamiento testigo presentó el menor contenido de materia seca ($P<0.05$, Figura 3).

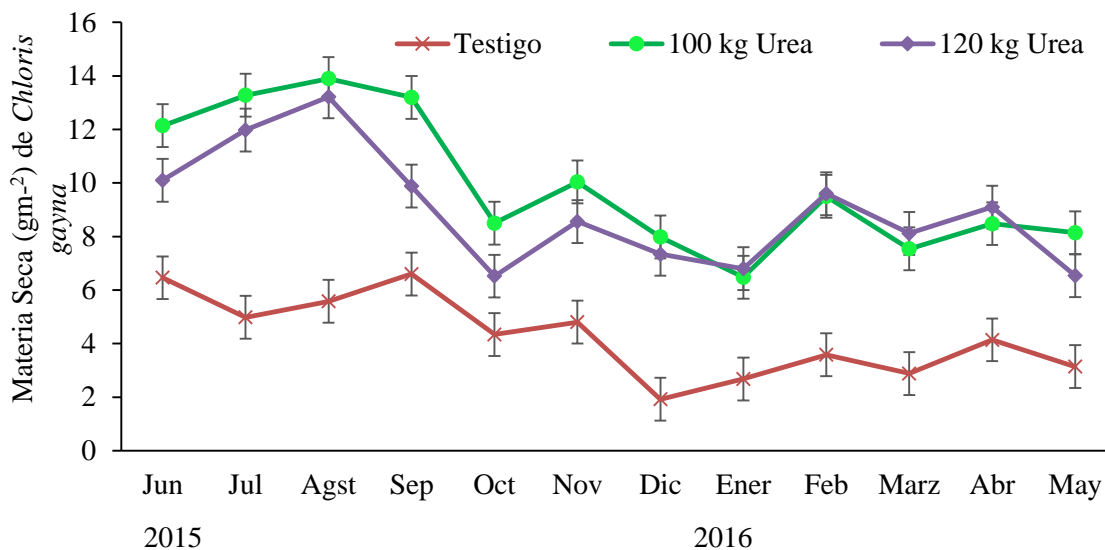


Figura 3. Materia seca (g MS m⁻²) del pasto *Chloris gayana* fertilizado con 0 (testigo), 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte cada 21 d en los diferentes meses del año: enero (Ener), febrero (Feb), marzo (Marz), abril (Abr), mayo (May), junio (Jun), julio (Jul), agosto (Agst), septiembre (Sep), octubre (Oct), noviembre (Nov) y diciembre (Dic).

El pasto *Pappophorum vaginatum* con una frecuencia de corte cada 21 d y una fertilización de 100 kg de urea ha⁻¹ tuvo la mayor producción de materia seca en los meses de julio y agosto. El tratamiento testigo presentó la menor producción MS en los meses de julio y febrero, en los otros meses la producción de MS no fue diferente (P>0.05, Figura 4).

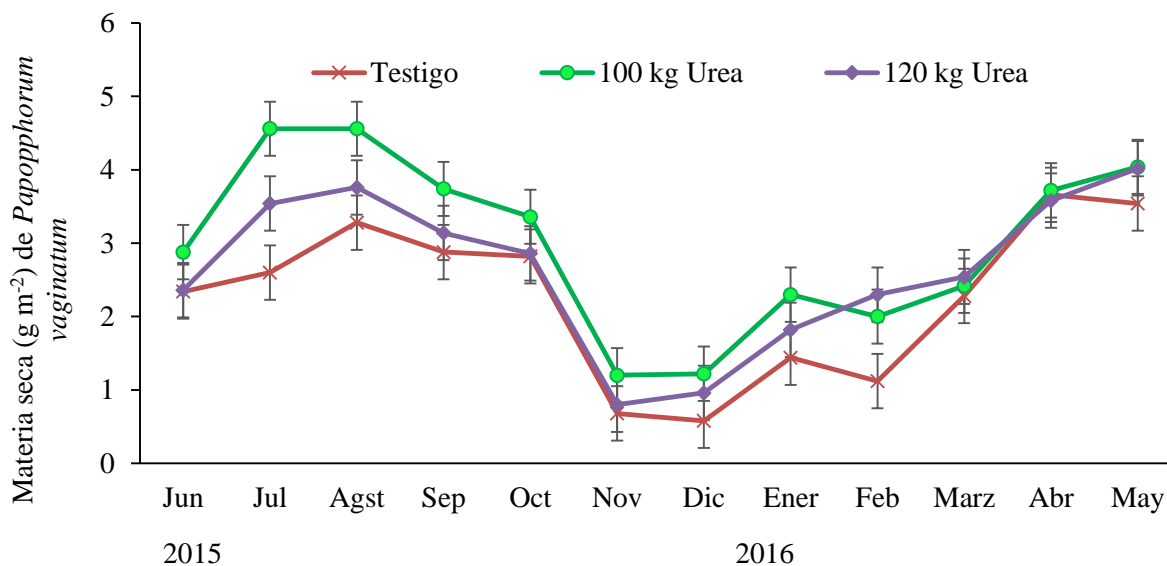


Figura 4. Materia seca (g MS m⁻²) del pasto *Pappophorum vaginatum* fertilizado con 0 (testigo), 100 y 120 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte de 21 d en los diferentes meses del año: enero (Ener), Febrero (Feb), Marzo (Marz), Abril (Abr), Mayo (May), Junio (Jun), Julio (Jul), Agosto (Agst), Septiembre (Sep), Octubre (Oct), Noviembre (Nov) y Diciembre (Dic).

La frecuencia de corte continua en gramíneas disminuye la asimilación de nutrientes y reduce las reservas de carbohidratos, lo que influye notablemente en el desarrollo del área foliar y afecta, por lo tanto, la tasa fotosintética, el crecimiento y la producción de MS (Humphreys, 1972). *Chloris gayana* fertilizado con 100 kg de urea ha⁻¹ con una frecuencia de corte cada 21 d, produjo la mayor altura en los meses de junio y diciembre. Con esta misma concentración de urea en el mes de junio y septiembre se observó la mayor producción de MS (12 y 13 g MS m⁻², respectivamente). La producción de materia seca de *Chloris gayana* es variable, Bissio (2004) observó una producción de 595 a 2860 kg de MS ha⁻¹. Betancourt *et al.* (1998) menciona que la fertilización de 100 kg de nitrógeno ha⁻¹ incrementó la producción de MS de *Chloris gayana* comparado con el pasto sin fertilización (2.442 vs 0.434 kg ha⁻¹, respectivamente).

La altura y MS de *Chloris gayana* tiende a disminuir a partir de octubre y tienen un recuperación en marzo, esto probablemente por los fuertes fríos generados por las heladas. El municipio Francisco I. Madero, Hidalgo, presenta heladas tempranas que pueden aparecer desde inicios de octubre. Ricci *et al.* (1997) mencionan que la menor producción de MS de *Chloris gayana* se observa en los meses de noviembre y diciembre.

La altura de *Pappophorum vaginatum* con una frecuencia de corte cada 21 días no fue significativa (P>0.05) entre tratamientos. Sin embargo, en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero la altura disminuyó, tendiendo a recuperándose a partir de marzo. Esto probablemente por las bajas temperaturas. La mayor producción de MS con una frecuencia de corte cada 21 d se observó con la fertilización de 100 kg de urea ha⁻¹ en los meses de julio y agosto (4.56 g MS m⁻², respectivamente). La producción de MS de *Pappophorum vaginatum* es muy variable, esta depende de las condiciones climáticas, características del suelo, carga animal y de la frecuencia de corte. Torres *et al.* (2013) mencionan que *Pappophorum vaginatum* tiene una producción media de biomasa de 560.9 ± 130.8 kg ha⁻¹ año⁻¹. Este pasto es considerado una especie de verano con una producción de MS entre 1200 y 1500 kg ha⁻¹ cuando en el lugar se alcanzan 350 mm de precipitación (IICA-PROCISUR, 1990). Cabe señalar que *Chloris gayana* y *Pappophorum vaginatum* no tienen elevadas producciones de MS comparadas con la alfalfa o el maíz, sin embargo, son especies que soportan suelos salinos, climas secos y disminuyen la erosión del suelo.

Conclusión

Nuestros resultados demostraron que la fertilización con 100 kg de urea ha⁻¹ incrementó la altura y la materia seca del pasto *Chloris gayana* y *Pappophorum vaginatum* en invernadero.

Literatura citada

Arshad S., Naz M. S, Ahmad Q. I., Shahbaz M. 2016. Determination of forage quality of indigenous and exotic Rhodes grass accessions under rainfed conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research 29(1): 53-59.

Azeem B., KuShaari K., B. Man Z., Basit A., H. Thanh T. 2014. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. Journal of Controlled Release 181: 11–21.

Betancourt Y.P., González R. J., Figueroa S. B., González C. F. 1998. Cobertura vegetativa y fertilización nitrogenada en la producción de maíz. Terra 16(3): 231-237.

Bissio J. C. 2004. Uso de grama Rhodes Callide (*Chloris gayana*) durante el invierno, para recría de vaquillonas de reposición. Sitio Argentino de Producción Animal 81: 1-10. Fecha de consulta 20/05/2017. http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/48-uso_grama_rhodes.pdf

Castro R. R., Hernández G. A., Vaquera H. H., Hernández G. J de la P., Quero C. A. R., Enríquez Q. J. F., Martínez H. P. A. 2012. Comportamiento reproductivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35: 87-95.

Céccoli G., Ramos J. C., Ortega L. I., Acosta J. M., Perreta M. G. 2011. Salinity induced anatomical and morphological changes in *Chloris gayana* Kunth roots. *Biocell* 35(1): 9-17.

Corrales G. M., Rada F., Jaimez R. 2016. Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f.). *Acta Agronómica* 65(3): 255-260.

Danso S. K. A., Eskew D.L. 1984. Aumento de la capacidad de fijación biológica del nitrógeno OIEA BOLETIN 26(2): 29-33.

Fernández del Pozo M. 1984. La urea fertilizante nitrogenado. *IPA La Platina* 26: 26-28.

Fernández P. M., Nuria de M., Rosario de F. M. 2002. Fijación biológica de nitrógeno: Factores limitantes. *Ciencia y Medio Ambiente - CCMA-CSIC* 2002: 195-202.

Gonzalez S. S. 1993. Improving utilization of poor quality forages with yeast culture. In: Lyons TP editor. *Biotechnology in the Feed Industry. Proceed Ninth Annual Symposium, Nicholasville, Kentucky, USA. 1993: 255-267.*

Humphrey R. R. 1972. Tropical pasture science training course for S.E. Asia. *Coll. Agric. Malaya*.

IICA-PROCISUR. 1990. Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el cono sur. Ed. Juan P. Puignau. Montevideo: IICA-PROCISUR, Uruguay. 379 p.

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Francisco I. Madero, Hidalgo. Clave geoestadística 13023. Consultado el 25/05/2017. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZNkPQAwcrmlJ:www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/13/13023.pdf+&ccd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

Lawlor D. W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *Journal of Experimental Botany* 53(370): 773-787.

Moron A., Risso D. F. 1994. Nitrógeno en pasturas. *Agropecuaria hemisferio Sur* S. R. L. Montevideo-Uruguay. 65 p.

Ricci H. R., Guzmán L. P., Pérez P. G., Juárez V. P., Díaz A. M. 1997. Producción de materia seca de siete gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte. *Pasturas Tropicales* 19(2): 45-49.

SAS Institute. Language guide for personal computers, release 9.0 Edition. SAS Institute Cary N. C. USA 2006. 1028 p.

Sirko A., Brodzik R. 2000. Plant ureases: Roles and regulation. *Acta Biochimica Polonica* 47 (4): 1189-1195.

Torres Y. A., Busso C. A., Montenegro O. A., Ithurrart L., Giorgetti H. D., Rodríguez G. D., Bentivegna D., Brevedan R. E., Fernández O. A., Mujica M. M., Baioni S. S., Entío L., Fioretti M., Tucac G. 2013. Plant growth and survival of five introduced and two native/naturalized perennial grass genotypes exposed to two defoliation managements in arid Argentina. *Grass and Forage Science* 69: 585-595.

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN ENERGÉTICA SOBRE LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS EN OVEJAS CON DIFERENTE CONDICIÓN CORPORAL

¹Nieto, Aquino Rafael, ¹Vargas, Monter Jorge, ¹Noguez, Estrada Juan, ¹Rodríguez, Ortega-Leodan Tadeo, ¹Navarrete, Reyes Juan Diego y ¹Campero, Cruz Angel

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), Hidalgo, México.

Autor para correspondencia: rnieto@upfim.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional y corporal presente en los animales domésticos repercute directamente sobre su actividad reproductiva (Viñoles *et al.*, 2002). Los cambios en la reserva corporal y en el nivel del consumo de alimento se relacionan con alteraciones en la secreción de gonadotropinas, dinámica folicular, tasa ovulatoria y desarrollo embrionario. El uso de grasas en la alimentación de rumiantes tiene como objetivo incrementar el contenido de energía en la dieta (Funston, 2004), sin embargo, recientemente se ha dado más importancia al tipo de ácidos grasos debido a que se ha demostrado su impacto en los procesos reproductivos.

Los mecanismos mediante los cuales la nutrición afecta los procesos reproductivos no están bien determinados en su totalidad, pero se estima que son mediados por cambios en los niveles de hormonas metabólicas. En rumiantes, la actividad reproductiva es asociada con la disponibilidad de energía (O'Callaghan *et al.*, 2000) aunque la respuesta hormonal se modifica de acuerdo a la fuente energética (grasas y aceites de origen animal y vegetal). La adición de grasa en la dieta incrementa las concentraciones de colesterol en circulación, las cuales originan una mayor síntesis de progesterona en las células luteales que se asocian con aumento en la tasa de concepción (Robinson, 2002).

Actualmente, se hace énfasis en una alimentación estratégica, suplementando ovejas (*Ovis aries*) con alimentos ricos en proteína y energía por periodos cortos (5 - 7 d) durante los días 9 al 13 del ciclo estral de la oveja, con el propósito de cambiar el estado metabólico y nutricional del animal e incrementar la tasa ovulatoria (Zachut *et al.*, 2008). Por esa razón, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la adición de grasa de sobrepeso por un periodo de siete días en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal, observando la respuesta en el inicio y la duración del estro, concentración en suero de hormona luteinizante, estradiol, progesterona e insulina, así como el porcentaje de gestación y la prolificidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la granja experimental del Colegio de Postgraduados, localizada en Montecillo, estado de México, a 98° 53' O y 19° 29' N, a 2250 msnm. El clima es templado subhúmedo con una precipitación media anual de 632.5 mm durante el verano, y una temperatura anual entre 12 y 18 °C [13].

Se trabajó con cincuenta y nueve ovejas, con dos niveles de grasa dorsal determinado mediante ultrasonografía, bajo y alto (GDb, GDa), sin y con la adición de 150 g de grasa de sobrepeso (0 y 150 g), respectivamente, se asignaron a los siguientes grupos: GDb+0 g (n = 16), GDb+150 g (n = 14), GDa+0 g (n = 14) y GDa+150 g (n = 15). Las ovejas se sincronizaron con esponjas de acetato de fluorogestrona (FGA, 20 mg), por 12 d y dos días antes de la remoción de la esponja se aplicó 15 mg de PGF_{2α}. La detección del estro se inició 24 h después del retiro de la esponja con ayuda de machos con mandil, posteriormente se monitoreó cada 4 h, durante 72 h, para determinar la duración y término del estro. El retorno al estro se

detectó entre 15 a 18 días después de efectuado el apareamiento, dos veces al día (mañana y tarde). La gestación se confirmó a 30 días del apareamiento, con un equipo de ultrasonido Sonovet 600.

El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2, donde los efectos principales fueron la grasa dorsal y la administración de grasa de sobrepaso, con dos niveles: grasa dorsal baja y alta, sin y con la adición de grasa de sobrepaso, respectivamente. Los resultados de las hembras que presentaron estro y quedaron gestantes, se analizaron con una prueba de χ^2 por medio del PROC FREQ del SAS [35]. Valores medios fueron comparados por el método de medias de mínimos cuadrados (Herrera y Barreras, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espesor de grasa dorsal

El espesor de grasa dorsal se mantuvo diferente ($P > 0,05$) entre los grupos GDb y GDa hasta el final del periodo experimental ($2,5 \pm 0,05$ vs $3,2 \pm 0,06$ mm, respectivamente), no obstante, las ovejas del grupo GDb presentaron un incremento en la medida de grasa dorsal al término de la adición de la grasa de sobrepaso comparado con el grupo GDa, aunque esto no fue significativo ($P > 0,05$; $2,8 \pm 0,08$ vs $3,1 \pm 0,08$ mm, respectivamente). Estos datos muestran que aun cuando no hubo diferencia entre los grupos que recibieron o no grasa de sobrepaso y el periodo de suplementación fue corto, se manifestó una deposición de grasa corporal en las ovejas con GDb, generando una mejor condición corporal.

Presentación, inicio y duración del estro

La presentación del estro (100% en grupos GDb + 0 g, GDa + 0g, GDa + 150 g y 92,8% en GDb + 150 g) no fue diferente entre tratamientos ($P > 0,05$), sin embargo, éstos resultados fueron similares (100% de presentación de estros) a los encontrados por Urviola y col. (2005), utilizando 30 mg de FGA durante 12 días y por Ali (2007), con 40 mg de FGA por ocho días, aplicando 500 UI de eCG (gonadotropina coriónica equina) dos días antes de retirar la esponja. No obstante, los porcentajes de estros obtenidos con 20 mg de FGA en este estudio fueron mayores al 87% de estros reportado por Mustafa y col. (2007), quienes redujeron a cuatro días el tiempo de permanencia de la esponja con 40 mg del progestágeno FGA, aplicando 500 UI de eCG al momento del retiro de la esponja, durante el periodo de anestro, atribuyendo que la baja presentación de estros fue debida a una inadecuada secreción de E_2 .

En lo que respecta al inicio y duración del estro (Cuadro 1) no hubo diferencia entre tratamientos ($P > 0,05$).

Ali (2007) observó un inicio de estro de $32 \pm 5,6$ h, después de retirada la esponja, mientras que Mustafa y col. (2007) reportan un inicio de estro de $34,5 \pm 2,6$ h, cuando administraron 500 UI de eCG; en ambos estudios el uso de eCG indujo a una temprana presencia de estro, sugiriendo que la eCG influye en el desarrollo de folículos de mayor tamaño, por lo tanto, hay una mayor secreción de estrógenos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Zeleke y col. (2005) quienes observaron una duración del estro de $18,7 \pm 1,7$ h en ovejas Dorper, aplicando una dosis de 300 UI de eCG, 24 h antes del retiro de la esponja (40 mg de FGA), durante el periodo de anestro. Esta reducción de la duración del estro, posiblemente se deba al uso de eCG, cuya función es proporcionar FSH y LH necesarias para el desarrollo del folículo, lo cual induce a una ovulación anticipada y, en consecuencia, una menor duración del estro. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la grasa de sobrepaso y la grasa dorsal no alteran la presentación y la duración del estro en ovejas sincronizadas con FGA.

Cuadro 1. Respuesta de las variables reproductivas en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal adicionadas con grasa de sobrepaso durante la sincronización del estro con esponjas de FGA

Variables reproductivas	Tratamientos			
	GDb+0 g (n=16)	GDb+150 (n=14)	g GDa+0 (n=14)	g GDa+150 g (n=15)
Presentación del estro (%)	100 (16/16)	92,8 (13/14)	100 (14/14)	100 (15/15)
Inicio del estro (h) ^{†1}	40 ± 7,8	34,8 ± 7	38,5 ± 12,4	37,06 ± 9,9
Duración del estro (h) [†]	36 ± 5,4	35,7 ± 8,5	37,1 ± 10,3	37,6 ± 7,9
Inicio de la elevación de LH (h) [†]	45,5 ± 3,5	37,4 ± 2,8	40,5 ± 2,9	40,5 ± 2,8
Pico de LH (h) [†]	50,5 ± 3,5	42,2 ± 2,8	45,1 ± 3	45,3 ± 2,9
Duración del pico de LH (h) [†]	5 ± 0,5	4,8 ± 0,4	4,5 ± 9,9	4,8 ± 0,4
Amplitud del pico de LH (ng mL ⁻¹) [†]	253,7 ± 51,7 ^a	81,2 ± 18,8 ^b	96,5 ± 26,6 ^b	138,7 ± 21,9 ^{ab}
Gestantes (%) ²	68,75 ^b (11/16)	85,7 ^{ab} (12/14)	100 ^a (14/14)	73,7 ^{ab} (11/15)
Índice de prolificidad ³	1,09	1,25	1,28	1,20

GDb + 0 g = grasa dorsal baja sin adicionar grasa de sobrepaso. GDb + 150 g = grasa dorsal baja adicionada con grasa de sobrepaso. GDa + 0 g = grasa dorsal alta sin adicionar grasa de sobrepaso. GDa + 150 g = grasa dorsal alta adicionada con grasa de sobrepaso. FGA = acetato de fluorogesterona.

¹ Tiempo referido al retiro de la esponja de FGA. ² Basado en los perfiles de P₄ en suero y ultrasonografía en el día 30. ³ Número de corderos nacidos por oveja parida. ^{a, b} Valores con distinta literal entre columnas son diferentes (P<0,05). [†] Medias ± error estándar.

Gestación y prolificidad

Los resultados del índice de prolificidad no presentaron diferencias atribuibles a los efectos grasa dorsal y adición de grasa de sobrepaso, sin embargo, el porcentaje de gestación fue diferente entre tratamientos de GDa y GDb sin la adición de grasa de sobrepaso. Estos datos sugieren que el adicionar grasa de sobrepaso a borregas con diferente espesor de grasa dorsal mejora los porcentajes de gestación, aun cuando es este trabajo no se presentaron diferencias (Cuadro 1, P<0,05).

El estado nutricional y la condición corporal son indicadores del bienestar animal que influyen sobre la eficiencia reproductiva, por el contrario, la desnutrición induce cambios en la sensibilidad del endometrio a hormonas esteroideas, durante los primeros días de gestación, lo que altera de forma negativa el ambiente uterino y por lo tanto, la sobrevivencia del embrión (Abecia *et al.*, 2006).

Los resultados de gestación obtenidos en la presente investigación, son semejantes a los reportados por Mustafa y col. (2007) con 91,6% de gestación, pero mayores a los encontrados por Ali (2007) con 41,6% de gestación, quienes utilizaron 40 mg de FGA por ocho d y 500 UI de eCG en dos periodos (48 h antes de retirar la esponja y la momento del retiro), concluyendo que el uso de eCG mejora la tasa ovulatoria pero no así el porcentaje de gestación.

El índice de prolificidad no presentó diferencias entre tratamientos, aunque son parecidos a los presentados por Mustafa y col. (2007) con un índice de prolificidad de 1,18 y 1,25, respectivamente. Se estima que esta variable es dependiente de la raza del animal, por ser un factor heredable, ya que cada hembra es fisiológicamente apta para mantener determinado número de crías (Leon *et al.*, 2007). Sin embargo, el porcentaje de gestación y el índice de prolificidad obtenidos en éste estudio, presentan resultados aceptables, en relación al tratamiento hormonal utilizado, lo que sugiere el desarrollo de cuerpos lúteos funcionales y un incremento de la progesterona secretada, la cual fue necesaria para dar al endometrio las condiciones adecuadas durante la implantación del embrión y para el mantenimiento de la gestación.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento, el adicionar grasa de sobrepeso durante la sincronización del estro no modificó la respuesta en las principales variables reproductivas, sin embargo, disminuyó la concentración de P₄ en suero. Por otro lado, ovejas con GDa mostraron incrementos en la concentración de INS y E₂, lo cual se atribuye a un mejor estado metabólico, nutricional y corporal presente en este grupo de animales.

LITERATURA CITADA

Abecia, J.A.; Sosa, C.; Forcada, F.; Meikle, A. The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 367–378. 2006.

Ali, A. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA – treated Ossimi ewes. *Small Rum. Res.* 72: 33–37. 2007.

Choi, B.R.; Palmquist, D.L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic peptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. *J. Nutr.* 126: 2913–2919. 1996.

Funston, R.N. Fat supplementation and reproductive in beef females. *J. Anim. Sci.* 82: E154–E161. 2004.

García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las

HERRERA, H.J.G.; BARRERAS, S.A. Manual de procedimientos: Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Cap. 7. Diseños con Mediciones Repetidas. Segunda edición. México. 215 pp. 2005.

Léon, J.M.; Zamora, R.; Puntas, J.; Delgado, J.V.; Benavente, M.; Barba, C.; Lobillo, J. Estudio de la prolificidad en la oveja Segureña. Resultados preliminares. *Arch. Zoot.* 54: 443–446. 2005.

Mustafa, Q.H.; Ababneh, M.M.; Abu-Ruman, D.S. The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. *Am. J. Anim. Vety. Sci.* 2 (1): 23–28. 2007.

O`Callaghan, D.; Yaakub, H.; Hyttel, P.; Spicer, L.J.; Boland, M.P. Effects of nutrition and superovulation on oocyte morphology, fluid composition and systemic hormone concentrations in ewes. *J. Reprod. Fert.* 118: 303–313. 2000.

Robinson, R.S.; Pushpakumara, P.G.A.; Cheng, Z.; Peters, A.R.; Abayasekara, D.R.E.; Wathes, D.C. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reprod.* 124: 119–131. 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). *SAS User's Guide: Statistics (Version 5)*. Cary, N.C. U.S.A. Inst. Inc. 584 pp. 1982.

Urviola, M.; Leyva, V.; Huamán, H.; García, W. Manipulación de la ovulación del folículo dominante con prostaglandina en diferentes estadios del ciclo estral sobre las tasas reproductivas en ovinos Corriedale. *Rev. Inv. Vet. Perú* 16 (2): 103–113. 2005.

Viñoles, C.; Forsberg, M.; Martin, G.B.; Cajarville, C.; Repetto, J.; Meikle, A. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition effects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reprod.* 129: 299-303. 2005.

ZACHUT, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H.; ARGOV, N.; MOALLEM, U. Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reprod.* 135: 683-692. 2008.

Zelege, M.; Greyling, J.P.C.; Schwalbach, L.M.J.; Muller, T.; Erasmus, J.A. Effect of progestagen and PMSG on estrus synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. *Small Rum. Res.* 56: 47–53. 2005.

PERFIL HORMONAL Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS ALIMENTADAS CON DIETA RICA EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS

¹Nieto, Aquino Rafael, ¹Vargas, Monter Jorge, ¹Noguez, Estrada Juan, ¹Rodríguez, Ortega-Leodan Tadeo, ¹Navarrete, Reyes Juan Diego y ¹Noriega, Trinidad Víctor Edgar

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), Hidalgo, México.
Autor para correspondencia: rnieto@upfim.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional, fisiológico, y corporal de la hembra, aunado al sistema de la granja y elementos ambientales influyen en el comportamiento reproductivo de la oveja (Anel *et al.*, 2005). La alimentación con dietas energéticas durante periodos cortos en los días 9 al 13 del ciclo estral modifican la secreción de hormonas metabólicas, las oleadas foliculares y tasa ovulatoria (Scaramuzzi *et al.*, 2006), la adición de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) pueden influir de forma positiva en el crecimiento del folículo ovulatorio, desarrollo embrionario, actividad uterina, componentes de membrana celular, síntesis de esteroides y prostaglandinas (Zachut *et al.*, 2008).

Los ácidos grasos poliinsaturados (AGP ω -3) suprimen la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ mediante la reducción de su precursor el ácido araquidónico, lo que repercute de manera directa sobre la regresión lútea y favorece al reconocimiento materno; no obstante, existe poca información que pruebe estas teorías en ovinos (Childs *et al.*, 2008). El objetivo de la presente investigación fue examinar el perfil hormonal de progesterona (P_4), insulina (INS) y las variables reproductivas de ovejas alimentadas con una dieta enriquecida en AGP ω -3 basada en harina y aceite de pescado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la unidad ovina de la granja experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Localizada a $98^{\circ} 48' 27''$ de longitud oeste y a $19^{\circ} 48' 23''$ de latitud norte, a 2241 msnm. El clima es templado subhúmedo con una precipitación media anual de 632.5 mm y una temperatura entre 12 y 18 °C (García, 1988).

Animales y tratamientos

Se utilizaron 42 ovejas de raza Dorset; en época reproductiva, con un peso promedio de 54 ± 4.2 kg y una condición corporal de 3 en escala de 1 a 5 (Russel *et al.*, 1969). Las ovejas se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos con dietas isoenergéticas e isoprotéicas: el grupo AGP (n=21) adicionada con harina y aceite de pescado (4 y 0.8 % de la materia seca) y grupo testigo (TES, n=21) sin adición de estos ingredientes (Cuadro 1). Las dietas se formularon a 14% de proteína cruda (14 %) y 2.6 Mcal kg de energía metabolizable (NRC, 2007).

Cuadro 1. Contenido de nutrientes en las dietas experimentales adicionadas con harina y aceite de pescado (AGP) y grupo testigo (TES).

Ingredientes (% MS ^a)	AGP	TES
Maíz	33.64	25.09
Sorgo	10.13	10.15
Pasta de soya	7.43	13.75
Harina de pescado	4.01	-
Aceite de pescado	0.84	-

Heno de avena	37.40	44.46
Melaza	4.75	4.76
Mezcla mineral ^b	1.80	1.79

^aMS: Materia seca. ^bMezcla mineral: Fosforo 10%, Calcio 12%, Hierro 0.5%, Magnesio 0.1%, Cobre 0.15%, Zinc 0.12%, Manganeso 0.055%, Cobalto 0.05%, Yodo 0.02%, Selenio 200 ppb, Vitamina A 50000 UI

La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se realizó por cromatografía de gases. La concentración de los ácidos grasos se calculó utilizando el área de cada pico con relación al área conocida del estándar.

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos poliinsaturados en las dietas experimentales adicionadas con harina y aceite de pescado (AGP) y grupo testigo (TES).

Esteres metílicos de ácidos grasos (%)	AGP	TES
Palmítico	9.18	14.23
Palmitoleico	0.41	1.13
Heptadecanoico	N.D.	2.86
Esteárico	3.15	4.29
Oleico	25.6	28.05
Linoleico α -	52.2	40.12
Linolénico	4.28	2.64
Araquídico	0.65	0.46
Eicosenoico	0.28	1.23
Eicosapentanoico	0.89	0.3
Erúcico	1.16	1.09
Lignocérico	0.14	0.16
Otros	2.15	2.85
Saturados	13.12	22.63
Monoinsaturados	27.45	31.5
Poliinsaturados	59.52	45.91

N. D: No detectable

Las ovejas se alojaron en jaulas de 2.4 m² y se les ofreció 0.8 kg d⁻¹ de alimento por animal, posteriormente fueron liberadas en corrales con sombra en donde recibieron agua a libre acceso. El periodo corto de alimentación fue de 15 días, iniciando cuatro días antes de la sincronización del estro y terminando el día del retiro de la esponja intravaginal.

Sincronización del estro e Inseminación artificial por laparoscopia.

Las pre-sincronizaron fue con dos aplicaciones de prostaglandinas F_{2 α} a intervalos de ocho días (65 mg de cloprostenol, Celosil[®], Schering-Plough.), seis días después se les colocó esponja intravaginal con 20 mg de cronolone (Chronogest[®], Intervet) por periodo de 11 días. En el retiro de esponja se les aplicó vía intramuscular 200 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG, Folligon[®], Intervet). La detección de estro se inició 24 h después del retiro de la esponja, usando sementales con mandil, y se monitoreó cada 6 h, durante 48 h, para determinar el inicio de la Inseminación artificial por laparoscopia. La inseminación artificial se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Ramírez *et al.* (2005). El diagnóstico de gestación fue a los 30 días posteriores de la inseminación por ultrasonografía de ultrasonido (Sonovet 600).

Toma de muestras y análisis de laboratorio

Las muestras de sangre (5 mL) fueron colectadas mediante punción de la vena yugular para todas las ovejas de los grupos experimentales. Para determinar la concentración de P4 en suero, las muestras se colectaron dos días antes de insertar las esponjas, y posteriormente cada 48 h durante el ciclo estral sincronizado (12 días). Las muestras de INS se colectaron cada 48 h durante 35 días, periodo correspondiente a la alimentación con las dietas experimentales.

Análisis estadístico

El diseño fue completamente al azar, cada oveja representó una unidad experimental. El porcentaje de presentación de estros y gestación se analizó por prueba de χ^2 con PROC FREQ. Para el inicio del estro se realizó un análisis de varianza por medio del PROC GLM y prueba de comparación de medias de Tukey. Para la concentración de P4 e INS se realizó un análisis de varianza de mediciones repetidas a través del tiempo por medio del procedimiento PROC MIXED, el cual incluyó efectos fijos del tratamiento y día, e interacción de ambos. Los valores medios fueron comprados por el método de medias de mínimos cuadrados (Herrera y Barreras, 2005). Todos los procedimientos fueron realizados por el paquete del sistema de análisis estadístico (SAS, 2009).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Progesterona (P4)

No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados en las concentraciones promedio de P4 en suero (AGP: 3.8 ± 1.2 ; TES: 3.5 ± 1.4 ng mL⁻¹).

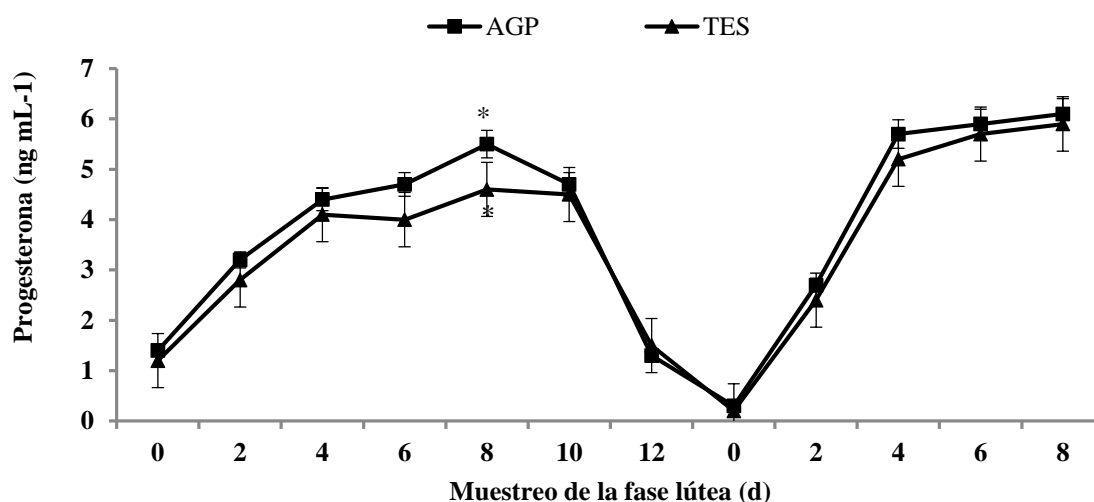


Figura 1. Concentración de progesterona durante la fase lútea sincronizada de ovejas adicionadas con harina y aceite de pescado (AGP) y grupo testigo (TES). * Indica diferencia estadística ($P < 0.05$) con respecto al grupo testigo.

La concentración de P4 en el día 8 de la fase lútea sincronizada fue diferente (AGP: 5.5 ± 1.4 ; TES: 4.2 ± 1.2 ng mL⁻¹), antes del retiro de la esponja ($P \leq 0.05$). El incremento de la concentración de P4 en el día 8 de la fase lútea sincronizada no tiene relación directa con los AGP proporcionados en la dieta, no obstante, resultados parecidos se muestra en un estudio donde alimentaron vacas Holstein con dietas enriquecidas en ácidos grasos insaturados basadas en semillas de linaza y girasol (AGI: ácidos linoleico y α -linolenico) comparada a una dieta con ácidos grasos saturados (SAT: ácidos palmítico y esteárico), presentando una

mayor concentración de P_4 en las vacas alimentadas con AGI durante los d 7 y 8 de la fase lútea respecto a la dieta SAT (Thangavelu *et al.*, 2007).

Insulina (INS)

No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P \geq 0.05$) por efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados en las concentraciones promedio de INS en suero (AGP: 0.12 ± 0.02 ; TES: 0.13 ± 0.03 ng mL⁻¹). Las concentraciones de INS si se vieron influenciadas ($P \leq 0.05$) por la interacción de dieta X tiempo los d 10, 16 y 18, correspondientes al periodo de alimentación (Fig. 2; AGP 0.13 ± 0.06 , 0.13 ± 0.04 , 0.14 ± 0.02 ; TES: 0.20 ± 0.01 , 0.09 ± 0.04 , 0.10 ± 0.03 ng mL⁻¹, respectivamente).

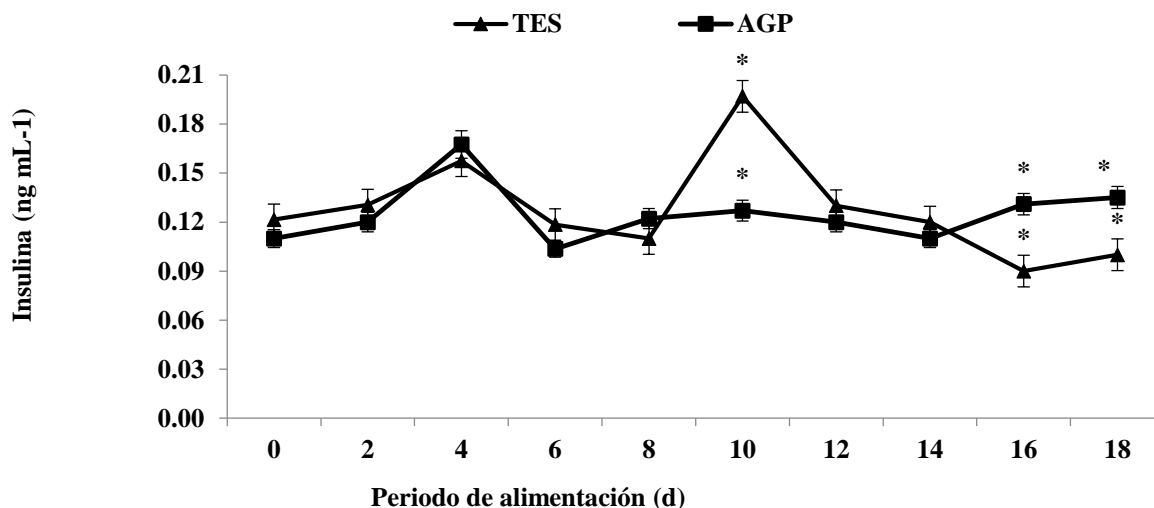


Figura 2. Concentración de insulina en ovejas adicionadas con harina y aceite de pescado (AGP) y grupo testigo (TES). * Indica diferencia estadística ($P < 0.05$) con respecto al grupo testigo.

Garnsworthy *et al.* (2008a), encontraron que la INS en vacas disminuye cuando cambia la alimentación de dietas isoenergéticas enriquecidas de almidón a dietas altas en grasa; en un segundo experimento Garnsworthy *et al.* (2008b), probaron la hipótesis de que la INS presenta una correlación negativa con el consumo de grasa en la dieta, cuando el animal excede los 15 g kg^{-1} de materia seca (MS) en la dieta (Megalac), este efecto se atribuye a la estimulación de la colecistoquinina y la liberación de polipéptidos pancreáticos independientemente del consumo de MS (Choi *et al.*, 2000).

Comportamiento reproductivo

La respuesta del estro entre tratamientos a la sincronización con esponjas intravaginales fue de 95 y 100 %, para el grupo TES y AGP (Cuadro 3) estos valores son semejantes a otras investigaciones en las que reportan 87, 90 y 100 % de estros (Mustafa *et al.*, 2007). El inicio del estro para el tratamiento TES (35.1 ± 2.1 h) es similar a lo reportado en otras investigaciones, Ali (2007) observó un inicio de estro de 32 ± 5.6 h, después de retirada la esponja, mientras que Mustafa *et al.* (2007) reportan un inicio de estro de 34.5 ± 2.6 h posterior al retiro del dispositivo y la administración de 500 UI de eCG. El grupo AGP presentó un estro más tardío (41.0 ± 1.8 h), posiblemente este efecto se debió al incremento de P_4 en el d 8 antes del retiro de la esponja (Fig. 1).

Cuadro 3. Comportamiento reproductivo en ovejas adicionadas con harina y aceite de pescado e inseminadas mediante laparoscopia.

Variables reproductivas	Tratamientos	
	AGP (n=21)	TES (n=21)
Respuesta del estro (%)	100 (21/21)	95.2 (20/21)
Inicio del estro (h) ^{†1}	41.0 ± 1.8 ^a	35.1 ± 2.1 ^b
Gestante (%) ²	52	57
Índice de prolificidad ³	1.68 ^a	1.25 ^b

AGP: Grupo suplementado con harina y aceite de pescado. TES: Grupo testigo.¹ Tiempo referido al retiro de la esponja de FGA. ² Basado en los perfiles de P₄ en suero y ultrasonografía en el día 30. ³ Número de corderos nacidos por oveja parida. ^{a, b} Valores con distinta literal entre columnas son diferentes (P<0,05). [†] Medias ± error estándar.

La tasa de gestación no estuvo influenciada por las dietas experimentales (AGP y TES), el índice de prolificidad incremento en el grupo de ovejas alimentadas con AGP respecto al grupo TES. Investigaciones realizadas en vacas durante periodos de suplementación mayores a 35 d con AGP reportan incremento en gestación. En ovejas se establece que en periodo corto de suplementación con AGP no se modifica la tasa de gestación pero si la prolificidad.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento, se concluye que la adición de AGP en la dieta durante un periodo corto en ovejas primaras no modificó las variables reproductivas respecto a la presentación del estro y tasa de gestación, no obstante, si influyó sobre la prolificidad. Las concentraciones de P₄ e INS presentaron pequeñas variaciones por efecto de los AGP, aunque estas no fueron determinantes, se requieren investigaciones con mayores niveles de AGP en la dieta para determinar los efectos y comprender los mecanismos que regulan estos procesos en la oveja.

LITERATURA CITADA

- Ali, A., 2007. Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA – treated Ossimi ewes. *Small Rum. Res.* 72, 33–37.
- Anel, L., Kaabi, M., Abroug, B., Alvarez, M., Anel, E., Boixo, J.C., De la Fuente, L.F., De la Paz, P., 2005. Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a fiel assay. *Theriogenology.* 63, 1235-1247.
- Childs, S., Hennessy, A.A., Sreenan, J.M., Wathes, D.C., Cheng, Z., Stanton, C., Diskin, M.G., Kenny, D.A., 2008. Effect of level of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on systemic and tissue fatty acid concentrations and on selected reproductive variables in cattle. *Theriogenology.* 70, 595-611.
- Choi, B.R., Palmquist, D.L., Allen, M.S., 2000. Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets. *Domest. Anim. Endocrinol.* 19, 159 – 175.

- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Primera parte. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4 Edición. México D.F. 217 pp.
- Garnsworthy, P.C., Lock, A., Mann, G.E., Sinclair, K.D., Webb, R., 2008a. Nutrition, metabolism and fertility in dairy cows: 1. Dietary energy source and ovarian function. *J. Dairy Sci.* 91, 3814 – 3823.
- Garnsworthy, P.C., Sinclair, K.D., Webb, R., 2008b. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal.* 2, 1144 – 1152.
- Herrera, H.J.G., Barreras, S.A., 2005. Manual de procedimientos: Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Cap. 7. Diseños con Mediciones Repetidas. Segunda edición. México. 215 pp.
- Mustafa, Q.H., Ababneh, M.M., Abu-ruman, D.S., 2007. The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 2 (1), 23–28.
- National Research Council (NRC)., 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington D.C.
- Ramírez, M. A., Martínez, R. R., Mejía, V. O., Soto, C. R., 2005. Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia en ovejas pelibuey. *Agrociencia.* 39, 589 – 593.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M., Gunn, R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci.* 72, 451-454.
- Scaramuzzi, R.J., Campbell, B.K., Downing, J.A., Kendall, N.R., Khalid, M., Muñoz, G. M. Somchit, A., 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 339 – 354.
- Statistical Analysis System Institute (SAS)., 2009. SAS User's Guide: Statistics (Version 5). Cary, N.C. U.S.A. Inst. Inc. 584 pp.
- Thangavelu, G., Colazo, M.G., Ambrose, D.J., Oba, M., Okine, E.K., Dyck, M.K., 2007. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. *Theriogenology.* 68, 949-957.
- Zachut, M., Arieli, A., Lehrer, H., Argov, N., Moallem, U., 2008. Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. *Reproduction.* 135, 683 – 692.

EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES PARA LA TINCIÓN DE PELO DE CONEJO

¹Chávez-Lara Jesús Emmanuel, ¹Sánchez-Herrera Susana Graciela, ¹Rodríguez-Martínez Nellybeth,
¹Brenda Ponce Lira, ¹Noguez-Estrada Juan.

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Dom. Conocido, Francisco I. Madero, Hidalgo.

Autor para correspondencia: pbr_140592@hotmail.com; ssanchez@upfim.edu.mx

Introducción

Desde tiempo inmemoriales el hombre ha utilizado lo que le puede servir para satisfacer sus necesidades, las pieles no podían ser la excepción, y se dan en ellas los primeros intentos de conservación con tratamientos primitivos, tales como rociar las pieles con cenizas para suavizarlas un poco y se conservaban por más tiempo, hasta llegar a la época en que son descubiertos los taninos y utilizados para el curtido de manera más eficiente, tanto que, en la actualidad algunos pueblos autóctonos de México tienen sus propias técnicas y taninos de cortezas de la misma región, donde están ubicados (Ancum, 2010).

En la búsqueda de alternativas de producción y aprovechamiento de especies animales producidas en nuestro país, que tengan características adecuadas para la producción de alimentos y de subproductos susceptibles de comercializar, es importante considerar al conejo doméstico como una especie capaz de producir carne de excelente valor nutricional y pieles de gran calidad peletera, en poco tiempo y a bajo costo (UNAM, 2011).

Sin embargo, el proceso de tinción de las mismas es un área aun poco conocida sobre todo aquellas que son teñidas con colorante naturales.

En el siguiente trabajo se expone una técnica de curtido artesanal y uso de colorantes naturales sin necesidad de maquinarias sofisticadas, pero altamente profesional, donde solamente se utilizan como agentes químicos: sal común, alumbre, sales de cromo (muy poca cantidad), aceite de guarnición y ácido fórmico.

El objetivo de este estudio es realizar el curtido y tinción de pieles de conejo utilizando colorantes naturales.

Materiales y métodos

Para la presente investigación se adquirieron 15 conejos adultos de raza Nueva Zelanda, los cuales fueron previamente sacrificados para la extracción de la piel posteriormente las pieles se colocaron en el congelador para mantenerlas en buen estado hasta el proceso de curtido, posteriormente se descongelan y lavan las pieles para eliminar impurezas una vez lavadas se realiza un descarnado de la piel para retirar los restos de carne y grasa, ya lavadas y descarnadas las pieles se prepara el licor de curtiente para meter las pieles.

Para la extracción de los pigmentos se utilizó la variedad de chile guajillo seco, éste se cortó en partes pequeñas y se colocó en un recipiente al cual se le adiciono alcohol al 96% y se mantuvo el extracto en maceración durante 3 días; posteriormente se filtró hasta obtener el extracto colorido del chile.

Para la extracción de flor de cempasúchil se utilizaron los pétalos frescos de la flor y se colocaron en un recipiente con alcohol al 96% durante 5 días, posteriormente se filtraron hasta tener el extracto etanólico de la flor.

En el caso de la tuna se utilizó tuna de la variedad pintadera la cual crece de forma silvestre. Una vez colectada la tuna se limpió para eliminarle las espinas y se procedió a la molienda junto con la cascara de la misma para poder extraer el colorante, el jugo que se obtuvo fue utilizado para realizar la tinción de las pieles.

Después de haber realizado el curtido de las pieles, estas fueron sacadas del licor del curtiente y colocadas directamente en cada uno de los extractos. Las pieles se mantuvieron en el extracto durante 24 hrs y posteriormente fueron lavadas con jabón comercial, enjuagadas y puestas a secar a la sombra.

Una vez secas las pieles, se procedieron a estirarlas de forma manual y se aceitaron con una emulsión de aceite de guarnición, para posteriormente colocarlas en un tambor para eliminar el exceso de pelo y abrillantar la piel.

Resultados

Durante el proceso de tinción con el extracto etanólico de chile guajillo (*Capsicum annuum*) se pudo observar que la piel adquirió una tonalidad anaranjada durante todo el proceso, desde el lavado de la piel hasta el momento de tamboreo como lo muestra la figura 20, sin embargo durante el proceso de tamboreo la piel perdió en su totalidad el color de dicha tinción como lo muestra la figura 20a. Probablemente debido a que durante el tamboreo se utilizó gasolina blanca y se perdió el color durante este proceso.



Figura 20. Piel en tinte de chile guajillo

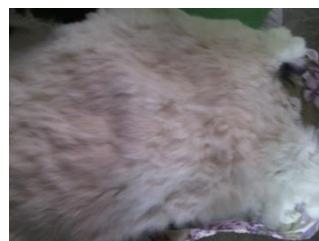
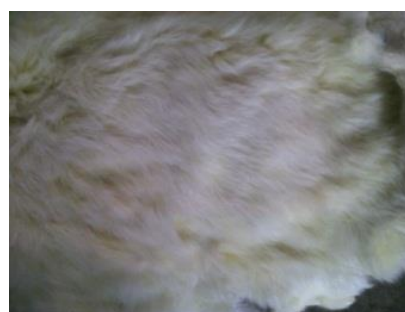


Figura 20a. Piel terminada y tamboreada

Durante el proceso de tinción con extracto etanólico de flor de compasúchil (*Tagetes erecta.*) se observó que la piel adquirió una tonalidad amarilla durante todo el proceso, como lo muestra la figura 21, sin embargo durante el proceso de tamboreo la piel al igual que el caso anterior perdió parte de la tonalidad de dicha tinción (figura 21a), esto probablemente debido a que durante el tamboreo se utilizó gasolina blanca y se perdió el color durante este proceso.



Figura 21. Piel teñida con flor de compasúchil



21a. Piel después del tamboreo

Durante el proceso de tinción con el extracto acuoso de tuna pintadera (*Opuntia ficus-indica*), se observó que la piel adquirió una tonalidad morada durante todo el proceso, desde el lavado de la piel hasta el tamboreo como lo muestra la figura 22, aunque durante el proceso de tamboreo la piel perdió un poco de tonalidad de la tinción como lo muestra la figura 22a, esto es probablemente debido a que durante el tamboreo se utiliza gasolina blanca y la tonalidad de la coloración disminuyó durante este proceso, y aun así la tinción permaneció en la piel, esto debido a que las betalaínas son un excelente pigmento que se encuentra presente en la tuna pintadera. Algunos autores (Aquino, *et al*, 2012), hacen mención que las características de ésta son pH bajos (3.2-3.5) y baja cantidad de grados Brix, cabe mencionar que este pigmento alcanza una gran estabilidad en la coloración, ya que el pH del licor fue de 3.5 a temperatura ambiente



Figura 22. Piel en proceso de tinción y aceitado



Figura 22a. Piel terminada y tamboreada

Conclusiones

La tinción con pigmentos extraídos con chile guajillo no dieron los resultados esperados ya que inicialmente se alcanzó una coloración amarilla que se perdió durante el proceso de terminado de la piel.

Se obtuvo una tinción naranja con pigmentos extraídos de la flor de cempasúchil, debido a la presencia de los carotenoides en la flor, sin embargo hubo pérdida de la tinción durante el acabado de la piel dejando una tenue coloración amarilla. Para el caso de la tinción con el extracto de la tuna la permanencia del color fue alta, ya que con el proceso de acabado de la piel solo se perdió ligeramente el tono, lo cual representa una buena opción para teñir pelo de conejo y su posterior manufactura en prendas.

Literatura citada

Ancum, 2010. <http://www.ancum.org.mx/Informacion>.

Aquino B., E. N.; Chavarría M., Y.; Chávez S., J. L.; Guzmán G., R. I.; Silva H., E. R.; Verdalet G., I. 2012. Caracterización fisicoquímica de siete variedades de tuna (*Opuntia sp.*) color rojo-violeta y estabilidad del pigmento de las dos variedades con mayor concentración. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 55, 3-10.

UNAM, 2011. <http://www.fmvz.unam.mx/>

TINCIÓN INTRÍNSECA DE CAPULLOS DE SEDA *Bombyx mori* CON COLORANTE NATURAL

Aseneth Leilani Facio Cárdenas¹, Ventura Maza Alejandro¹, Graciano Javier Aguado Rodríguez¹,
Rodríguez Ortega Leodan Tadeo¹, Rodríguez Ortega Alejandro^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México.

Autor para correspondencia: arodriguez@upfim.edu.mx

Introducción

La sericultura o cultura de la seda es una importante actividad agroindustrial que abarca el cultivo de la morera, la cría del gusano, la producción de huevecillos, así como la obtención del hilo de seda para la industria textil, el aprovechamiento es de amplio espectro en diversas actividades de nuestra economía. La sericultura no ha tenido un desarrollo adecuado en nuestro país, aunque en distintas épocas se han realizado intentos por impulsarla gracias a la amplia adaptabilidad de la morera para desarrollarse y crecer de manera óptima en las diversas condiciones geográficas y climatológicas de nuestro país. Desde hace siglos la técnica de teñido de prendas de seda se ha mantenido intacta. Durante este proceso químico, normalmente por inmersión, se añade un colorante a los textiles para dotarlos de un color diferente al original. Pero el agua teñida que se vierte al medioambiente convierte esta tecnología de miles de años en muy dañina por sus residuos (Rodríguez, *et al.*, 2012).

Tinción intrínseca es un proceso ecológico mediante el cual se alimentan larvas de la especie *Bombyx mori* con piensos de hojas de morera mezclados con colorantes azoicos y pulverizados con pesos moleculares menores de 400 g/mol y con un equilibrio hidrófobo e hidrófilo y con diferentes concentraciones de Rodamina para su difusión en el tubo digestivo y glándulas de seda. Con esta técnica se reduce en gran parte la contaminación con productos químicos peligrosos que se generan en un teñido tradicional (Tansil *et al.*, 2011; Tansil *et al.*, 2012 y Nisal, *et al.*, 2014). Tinción extrínseca se ha realizado con nanopartículas de plata y cloruro de plata se añaden externamente a las fibras de seda para la obtención de función antibacteriana, a través de inmersión secuencial en precursores de sal, en deposición capa por capa e inmersión en soles coloidales.

La seda luminiscente es producida por métodos intrínsecos o alteraciones genéticas del gusano de seda, puede conducir a un seguimiento conveniente de andamio en la ingeniería de tejidos, estrategias para la administración de fármacos y nuevos componentes biocompatibles para la bio-óptica, biofotónica, bioelectrónica, dispositivos bioMEMS (sistemas microelectromecánicos biomédicos) y en la industria textil (Tansil *et al.*, 2012). El objetivo de esta investigación fue obtener la tinción intrínseca del capullo de *B. mori* alimentando las larvas del quinto instar de edad con colorante natural (dossicolor) en la región del Valle del Mezquital Hidalgo.

Materiales y métodos

Este proyecto de investigación, se realizó en la primavera 2017, en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero ubicada en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo, México. El municipio tiene un clima predominante templado frío con una temperatura media anual de 17 °C y una precipitación pluvial anual de 540 milímetros por año, cuyas coordenadas geográficas son 20° 15' 20" de latitud norte y 99° 00' y 10" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se encuentra ubicado a 53 kilómetros de la ciudad de Pachuca.

En el trabajo se utilizaron gusanos de seda *Bombyx mori* del 5° instar en excelentes condiciones fisiológicas para posteriormente alimentarlos con colorantes para teñir su seda. Se utilizaron 10 gusanos para cada tratamiento y su respectivo testigo.



Figura 1. Alimentación de larvas de gusano de seda en el quinto instar con colorantes azul y rosa.

Se alimentaron larvas con hojas de morera colectadas en una plantación de la universidad. Para el teñido de las hojas se utilizó un recipiente de un litro donde se diluía el colorante en medio litro de agua. Fueron dos colorantes naturales dossilcolor rosa y azul en la presentación en polvo. Las hojas se sumergían en la mezcla por completo. Estas se dejaron reposar en refrigeración por 12 horas antes de alimentar a las larvas (Figura 1). La observación de la tinción se observó en los capullos formados por los tratamientos (azul y rosa).

Resultados y discusión

En este estudio reportamos que en el quinto instar de larvas *B. mori* y después del tercer día de haber alimentado a el gusano de seda con la mezcla mora más colorante, este se tiñó de un color de acuerdo al colorante lo cual nos da nuestro primer resultado, y se comprobó al sacrificar a una larva para realizarle una incisión la que nos permitió la sustracción de las glándulas sedosas y pudimos observar que efectivamente estas habían adquirido un color acorde a su alimentación (color rojizo) (Figura 2). La aceptabilidad de la absorción de alimento se debió probablemente a la sal yodada, ya que el exceso de esta aumenta la cantidad de agua fuera de la célula y es sabido que la absorción de sustancias en la fibroína de seda se determina principalmente por su hidrofobicidad.

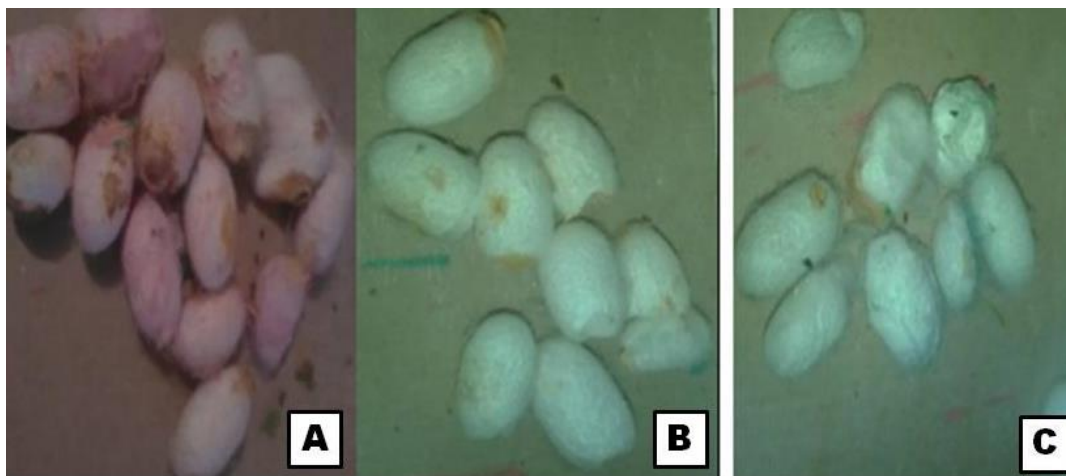


Figura 2. Tinción intrínseca de seda con el color rosa (A), no hubo tinción con el color azul (B) y el tratamiento testigo (C).

Observamos que el tratamiento uno donde se alimentó con morera más el colorante dossicolor rosa/pink se obtuvo solo dos capullos de nueve completamente de ese color (Figura 2). Los siete capullos restantes solo tenían destellos rosas en partes iluminadas de ese color. El tratamiento dos donde se alimentó con morera más el colorante dossicolor azul no se obtuvieron los resultados esperados ya que de las nueve larvas restantes ningún capullo se tiñó de este color.

Finalmente mencionamos que de los dos colorantes (rosa y azul), solo el primero tiñe intrínsecamente las glándulas de seda de *B. mori*, así como de manera tenue el hilo del capullo de seda.

Conclusión

En este trabajo se concluye que con la incorporación biológica de colorantes a la seda por medio del proceso denominado tinción intrínseca fue posible con el colorante dossicolor rosa/pink por su ingrediente activo azorrubina. Lo cual nos permite mencionar que este proceso intrínseco biológico y sustentable comparado con el proceso convencional ya que nos permite el ahorro de agua, energía y agentes químicos adicionales evitando la contaminación del ambiente.

Recomendación

Una vez concluido el estudio recomendamos no alimentar larvas de *B. mori* con la mezcla colorante más morera en instares inferiores al 4to ya que este ocasiona que algunos mueran.

Mantener limpio el habita en donde tengamos a las larvas ya que por la humedad que llevan las hojas después de someter a tratamiento puede producir hongos en los sustratos.

Alimentar tres veces al día a las larvas para asegurar que consuman el colorante y tener los gusanos en un medio fresco ya que si las tenemos en un medio caluro las hojas sufren una deshidratación más rápida lo que hace que la larva ya no se alimente de estas.

Literatura citada

Nisal, A., Kanika Trivedy, Hasan Mohammad, Suyana Panneri, Sayam Sen Gupta, Ashish Lele, Ramesh Manchala, Nirmal S. Kumar, Mugdha Gadgil, Harish Khandelwal, Snehal More, and R. Seeta Laxman. Uptake of Azo Dyes into Silk Glands for Production of Colored Silk Cocoons Using a Green Feeding Approach. *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 2014, 2 (2), pp 312–317.

Rodríguez, O. A.; Vargas, M. J.; Ventura, M. A.; Martínez, M. A.; Rodríguez, M. J.; Ehsan, M.; Lara, V. F. M. 2012. Manual de Sericultura en Hidalgo, principios Básicos. Primera edición. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. México. 102 p

Tansil, N. C., Yang Li, Choon Peng Teng , Shuangyuan Zhang , Khin Yin Win, Xing Chen , Xiang Yang Liu , and Ming-Yong Han. Intrinsically Colored and Luminescent Silk. *Adv. Mater.* 2011, 23, 1463–1466.

Tansil, N. C., Leng Duei Koh, and Ming-Yong Han . Functional Silk: Colored and Luminescent. *Adv. Mater.* 2012, 24, 1388–1397.

OBSERVACIONES PRELIMINARES DEL CICLO DE VIDA DE *Acentrocneme hesperiaris* (Lepidoptera: Megathymidae) EN MAGUEYES DEL RINCÓN, HIDALGO, MÉXICO

Vargas Zúñiga Leonel¹, Equihua Martínez Armando², Rodríguez Ortega Leodan Tadeo¹, Ventura Maza Alejandro¹, Tarango Arámbula Luis Antonio², Nieto Aquino Rafael¹, Rodríguez Ortega Alejandro^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230, México.

Autor para correspondencia: arodriguez@upfim.edu.mx.

Introducción

El nombre del gusano blanco de maguey, deriva de los vocablos de origen Náhuatl *meo* que significa *maguey* y *ocuillin*, gusano, los cuales juntos forman la palabra *meocuillin*. El nombre científico del gusano blanco del maguey *Acentrocneme hesperiaris* o también conocido como *Aegiale hesperiaris*, es un insecto comestible con un alto valor alimenticio con 40.34 % de proteína, extracto etéreo de 29.85 %, 3.86 % de sales minerales, con 4.66 % de fibra cruda, un 21.29 % de extracto libre de nitrógeno y tiene 592.50 Kcal/100. Es un insecto asociado al maguey (*Agave* spp.), principalmente al *Agave salmiana*. Es un alimento muy apreciado en México, también en Norteamérica y Europa, por su exquisito sabor. En México se distribuye en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Veracruz, Querétaro, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla (Ramos *et al.*, 1998; García, 2010; Ramos, 2012; De Luna, *et al.*, 2013). El adulto realiza la ovoposición en el envés de las pencas de maguey (*Agave* spp.) de forma aislada o en grupos de 2 a 5 huevecillos y se presenta de octubre a noviembre.

Los huevecillos son de forma cónica y miden en promedio 3 mm de diámetro por 2 mm de altura y recién puestos son de color blanco marfil. Las larvas recién emergidas miden de 6 mm, la cabeza es negra y el resto del cuerpo de tonos claros; las larvas de cuarto instar llegan a medir 70 mm de largo por 15 mm de ancho, esta etapa ocurre durante los meses de lluvia (verano). Son responsables de la formación de galerías, las cuales se localizan a partir del tercio superior de la penca y se prolongan hasta la base para continuar su ciclo de vida y pupar. Durante la etapa larvaria construyen un opérculo sedoso (ventana) que será por donde emergerá el adulto. Las pupas miden 50 mm de largo por 15 mm de ancho. El adulto es una mariposa de color grisáceo a café oscuro, la emergencia de los adultos ocurre de agosto a septiembre (Cesaveg, 2007; Ramos, *et al.*, 2017). Por lo anterior mencionado el objetivo de esta investigación fue evaluar características morfológicas de las etapas biológicas del gusano blanco de maguey.

Materiales y métodos

El estudio se realizó durante la primavera y verano del 2017 en una parcela ubicada en la manzana La Mesa de la comunidad del Rincón, Municipio del Arenal, Hidalgo., ubicada con las siguientes coordenadas (N 20°14.842', W 098°53.231, 2350 msnm). En una magueyera de cinco años de edad aproximadamente, conocidos con los nombres comunes, maguey xamini (Magdalena, Actopan), maguey blanco (Puertezuelo, Ixmiquilpan), maguey verde (Fray Francisco, El Arenal), maguey palmilla o mexicano (Magdalena, Actopan), y las especies nativas llamados magueyes criollos. El tipo de orografía es accidentada con vegetación escasa, algunos nopales del genero *Opuntia* spp. y mezquites (*Prosopis* spp).

Se eligió visualmente el daño del insecto en las pencas del maguey, posteriormente con herramienta menor, metro, vernier y cuchillo, se extrajeron las larvas de las galerías formadas por el insecto. Se hicieron algunas anotaciones como el número de hojas (pencas) totales, altura y ancho de la planta de maguey, largo, ancho de las hojas (pencas), el largo y diámetro interior de la galería donde se observó la posición y cambios físicos del insecto en la galería.

Resultados y discusión

En este estudio se reporta al gusano blanco de maguey *A. hesperiaris*, como un insecto asociado estrictamente al maguey, principalmente al *Agave salmiana*, es monofago, se alimenta exclusivamente del maguey donde encuentra todos los nutrientes, minerales y vitaminas para desarrollarse. Se ubica principalmente en las hojas del maguey (pencas), el adulto hembra por lo general coloniza a magueyes de menor estatura y deposita de uno a cinco huevecillos en el haz o envés de las pencas adultas y también en las jóvenes, se desconoce si la misma hembra oviposita a más de una penca en el mismo maguey (figura 1), el huevo es plano en la base que se adhiere en la penca y en la parte superior tiene un hundimiento, esto le permite a la larva romperlo para salir (figura 1 y 2), se puede deducir que el insecto se encuentra en la penca por la presencia de secreciones gomosas que es la forma de defensa del maguey (figura 4).

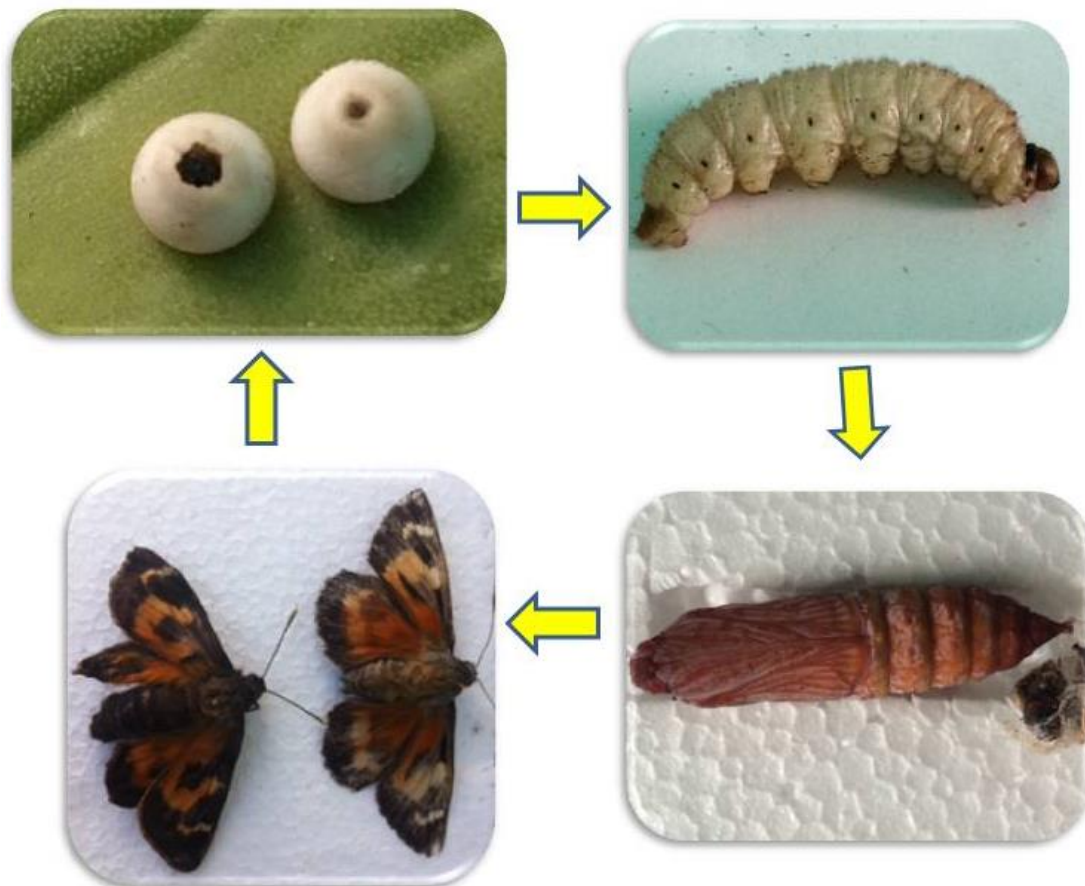


Figura 1. Ciclo de vida del gusano blanco de maguey *A. hesperiaris*, huevo, larva, pupa y adulto.

La penca presenta marchitamiento continuo, hasta morir, esto se puede considerar una poda natural, para que se desarrollen las pencas jóvenes. Conforme va creciendo la larva va formando la galería (figura 5), cuando llega al último instar forma un orificio en el exterior y lo tapa con seda de color café llamado opérculo. Se observó el comportamiento del insecto en el último instar en la galería donde se alimenta hasta la base de la penca y de ahí regresa aproximadamente a 4 cm donde construye una cama de seda y gira quedando la cabeza hacia arriba, quedando sujeta a la cama de seda (Figura 6), se observó los cambios de color de la pupa (Figura 7), donde termina de realizar la metamorfosis y completa el ciclo de vida y emerge de su galería rompiendo el opérculo de seda.



Figura 2. Penca de maguey con huevo de gusano blanco de maguey *A. hesperiaris*.

Los huevecillos son de color marfil y la hembra los deposita en cualquier posición del haz y envés de la penca de los magueyes. Los que aparecen en el haz de algunos agaves son debido a que en el envés se encuentran colonias de la hormiga escamolera. En este trabajo encontramos dos a tres huevecillos por penca, pero llegan a depositar hasta cinco, los huevecillos que se encuentran juntos se puede deducir que son de la misma hembra (figura 3).

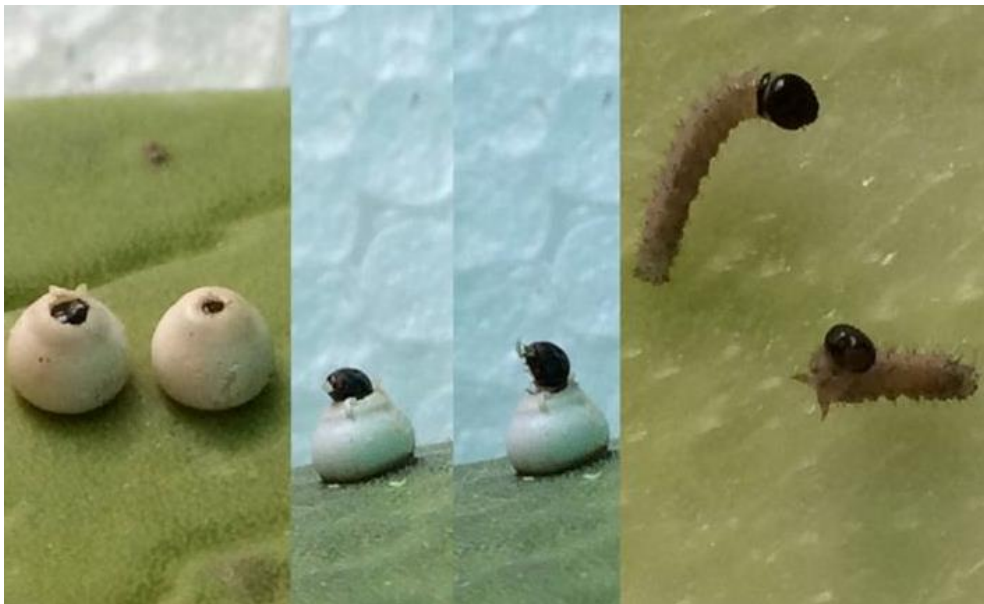


Figura 3. Eclosión de larvas de gusano blanco de maguey.

La base del huevo es plana y contiene una sustancia pegajosa que se adhiere a la penca, en la parte superior tiene un hundimiento, que le permite al insecto romper el corion para emerger, la pequeña larva rompe y consume la pared en forma circular. La eclosión dura aproximadamente 45 minutos y enseguida se dirige hacia el centro de la penca para introducirse y alimentarse.



Figura 4. Penetración de larvas de primer instar en las pencas de maguey.

Encontramos que a los tres días de que la pequeña larva penetra la penca e inicio la alimentación, se empieza a observar una secreción gomosa que sale de la penca como una defensa natural del maguey para deshacerse de la plaga, pero esto le favorece al insecto ya que protege su pequeña galería de ser invadido por sus enemigos naturales (Figura 4).



Figura 5. Extracción de galerías que forma la larva de gusano blanco de maguey *A. hesperiaris*.

La larva del gusano blanco del maguey forma varios tamaños de galerías debido a que coloniza diferentes dimensiones de pencas, todas las galerías por lo general llegan a la base de la penca y encontramos que si colonizan pencas de menor tamaño no afecta al desarrollo del insecto. El largo promedio de la galería es de 46 cm con un diámetro 7 mm (figura 5).



Figura 6. Construcción del opérculo de seda y posición de salida de la pupa.

La larva en el último instar perfora una ventana circular o a veces ovalada que es notable en el exterior de la penca, esta es sellada con seda de color café llamado opérculo, una vez que lo tapo se regresa colocándose con la cabeza hacia la salida (opérculo) y en la parte inferior está cubierto con una cama de seda en la cual se sujeta para reposar y realizar la metamorfosis. La cama donde se sujeta la pupa está construida a 4 cm. Desconocemos si construye primero la cama o el opérculo. La construcción de la cama o base de seda puede ser un mecanismo de defensa para no estar en contacto directo con la base de la penca ya que esta puede tener reacciones químicas como lixiviadas o fermentación natural del maguey (figura 6 y 7).



Figura 7. Cambio gradual del color de pupas de *A. hesperiaris*.

Se puede observar el cambio de color del insecto en la fase de pupa, a los 15 minutos de la pupación se observa un color blanco con amarillo claro, aproximadamente en cuatro horas cambia a un color amarillo con pigmentación rojiza, donde gradualmente va cambiando de color rojo (ambar), la pupa tiene un color rojo y aparece un polvo blanco. Aproximadamente en 24 horas la pupa se cubre totalmente de polvo blanco teniendo un rojo claro, posteriormente a los 40 días cambia a color negro con poco polvo blanco en esta fase se puede observar los tonos del insecto adulto listo para emerger (Figura 1).

Conclusiones

En este trabajo se concluye que la hembra adulta coloca dos o tres huevecillos en el haz y envés de las pencas de maguey. Las larvas para alimentarse barrenan el centro de las pencas de maguey formando galerías profundas con periferia de color negro donde realizan la metamorfosis. En las mariposas adultas se observa dimorfismo sexual siendo la hembra más grande que el adulto. Finalmente la recolección sustentable de esta larva representa ingresos económicos apoyando el gasto familiar.

Literatura citada

CESAVERG. (2007). *Campaña de manejo fitosanitario de agave*. México.

De Luna Valadez, B., Macias Rodriguez, F. J., G. Esparza, F., León Esparza, E., Tarango Arámbula, L. A., & Méndez Gallegos, d. J. (2013). Recolección de insectos comestibles en Pinos Zacatecas: Descripción y análisis de la actividad. *AP agro productividad CONACYT*, 88.

García Herrera, J. E., Méndez Gallegos, S. d., & Talavera Magaña, D. (2010). *El genero Agave spp. en México: Principales usos de importancia socioeconomica y agroecologica*. México.

Pérez Ramos, A., Rodriguez Ortega, A., Nieto Aquino, J. C., Callejas Hernández, J., & Portillo Márquez, L. (2017). *Comparación de dos sistemas de siembra de maguey (Agave salmiana)*. México.

Ramos Elorduy, J., Pino M., J. M., & Cuevas Correa, S. (1998). *Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo*. México.

Ramos Rostro, B., Ramos Elorduy, J., Pino Moreno, J. M., Ángeles Campos, S. C., & Garcia Pérez, Á. (2012). *Insectos comestibles: Gastronomía y turismo en la zona arqueológica de san juan Teotihuacan Estado de México*. México.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA 1

DAÑO Y ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA EN ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO

¹Martínez Kristian Cortez, ¹Ventura Maza Alejandro, ¹Rodríguez Ortega Alejandro, ¹Lara Viveros Francisco, ¹Martínez Itzcoatl, ¹Susana Graciela Sánchez Herrera

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México.

Autor para correspondencia: aventura@upfim.edu.mx

Introducción

El estado de Hidalgo se produce variadas especies como hortalizas y granos para la alimentación humana y diferentes forrajes para comida del ganado. Sin embargo, estas especies requieren de condiciones óptimas como suelo rico en materia orgánica y agua suficiente para su producción. No obstante, existen pocas áreas donde se puede controlar las condiciones ecológicas para poder producir estas especies. Una gran parte del estado de Hidalgo, se considera como árido por el tipo de suelo y la escasa cantidad de agua disponible, por lo que en estas regiones se cuenta con poco recurso para la alimentación. Una de las alternativas de los habitantes de estas zonas es cultivar especies tolerantes de condiciones adversas que tengan una utilidad y que sobre todo sea una alternativa de alimento.

El mezquite (*Prosopis spp*) es un árbol o arbusto espinoso, perenne, que llega a medir de 10 m de altura, de acuerdo a la profundidad del suelo. Es una leguminosa que pertenece a la familia botánica de las Mimosáceas. Posee raíces que pueden penetrar a grandes profundidades en busca del agua que lo hace resistentes a condiciones adversas como en las zonas áridas.

El mezquite es considerado un recurso natural muy importante para las zonas áridas, debido a los diferentes usos, tales como: alimento para el ganado (hojas y vainas), alimentación humana, en forma de harinas. Las vainas del mezquite son consumidas por el ganado doméstico.

En el Valle del Mezquital, Hidalgo, durante mucho tiempo utilizaron el Mezquite para la alimentación humana y otros usos como combustible. Sin embargo, debido a urbanización, la tala inadecuada, plagas y enfermedades de las semillas y problemas fisiológicos de la planta, se ha perdido muchas especies de este árbol. Existen poca información acerca de la reproducción de esta especie en la región del Valle del Mezquital del estado de Hidalgo, por lo que hace falta investigación para generar el conocimiento y facilitar su reproducción para transferirlo a los productores de la región.

Para la reproducción del Mezquite es necesario obtener semilla ya que es el principal insumo para la obtención de planta de buena calidad, por lo que el primer paso en estos procesos, es asegurar el suministro de ésta, de la especie más adecuada y que esté adaptada a las condiciones de cada localidad. Es importante observar que las semillas se encuentren limpias y que no presenten daños por el gorgojo de la semilla (*Algarobius sp*). La extracción de la semilla de la vaina de los mezquites comunes no es fácil, ya que la semilla se encuentra cubierta por varias capas fibrosas que conforman el fruto y la última capa es de consistencia dura; para esto, se pueden utilizar algunos métodos mecánicos para mejorar el proceso de escarificación.

El sustrato debe presentar consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena capacidad de retención de humedad.

Existen muchos materiales que se pueden escoger como componentes de un sustrato. La selección del componente se basa en la función requerida, el costo y la disponibilidad. Es esencial poner atención a las propiedades físicas y químicas de los materiales seleccionados como ingredientes básicos. También deben ser considerados aspectos prácticos y económicos de la preparación de los sustratos. Se han propuesto los

siguientes criterios para la evaluación y selección de materiales como ingredientes para para preparación de medios de cultivo estandarizados: Producir buen drenaje y aireación efectiva; Química y biológicamente estable cuando es pasteurizado; Bajo en sales solubles; Disponible listo, en grado física y químicamente uniforme; Económico; Capaz de retener humedad y nutrientes, entre aplicaciones, de modo que llene las necesidades del cultivo; Fácil de incorporar en una mezcla; de pH aceptable.

Los suelos clasificados como franco arenoso o franco son ingredientes buenos para preparación de mezclas con suelo. Los francos tienen las características físicas deseables de las arcillas y las arenas sin mostrar las propiedades indeseables de soltura extrema, baja retención de humedad, por un lado, y adherencia, compactación, drenaje y movimiento lento del aire por el otro.

La composta, no se refiere a un material específico sino a un proceso, que bien conducido mejora las propiedades físicas y da un balance a la relación C: N, en el material orgánico utilizado para la producción de sustratos. Un buen composteado puede producir un material con casi todas las propiedades de un buen sustrato, peso ligero y buena capacidad de retención de humedad. La composta es muy útil cuando es mezclada con ingredientes menos absorbentes en medios utilizados para enraizamiento de esquejes, o para el trasplante de plantas bien establecidas. El aumento del contenido de materia orgánica en el sustrato se logra mejor con la adición de materiales orgánicos composteados. En general el proceso de composteado rápido mejora las características físicas, químicas y biológicas de los materiales orgánicos frescos, los hace más estables, homogéneos, manejables, más porosos, mejoran sus características de retención de humedad, aireación y capacidad de intercambio de cationes.

Un sustrato es todo material sólido diferente al suelo natural, mineral y orgánico, que es colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeña un papel importante que se crea un soporte para la planta.

Desde los inicios de la hidroponía, los sustratos eran considerados como materiales de gran importancia, pero estos debían de reunir una mezcla de características favorables para nuestro cultivo. Sin embargo, no siempre un sustrato reúne todas las características deseables; por ello es que recurrimos a realizar mezclas de los mismos, buscando que unos aporten lo que les falta a otros. La retención de humedad por el sustrato, determina la posibilidad de que la planta tenga disponibles los nutrientes para que esta pueda realizar sus procesos metabólicos (fotosíntesis, transpiración, respiración y procesos reproductivos). Para que esta retención de humedad se encuentre disponible va a depender mucho de su granulometría (tamaño de las partículas) y porosidad (espacio que hay entre las partículas). Mientras más elevada sea la capacidad de retención de agua del sustrato, menos frecuentes serán los riegos.

El tezontle por ejemplo, es una roca de origen volcánico, puede ser de color rojo o negro, ofrecen, un buen drenaje, casi nulo el aporte de nutrientes y contiene un pH ligeramente neutro para esto se deben mantener limpias las raíces de la planta ya que es más fácil que entren infecciones con el cambio del pH debido a la descomposición y se le tapan los poros que permiten la aireación (Martínez y Abad 1992). El tezontle es considerado como material inerte desde el punto de vista químico cuyo extracto de saturación que tiene un pH próximo a la neutralidad, así como su capacidad del intercambio catiónico es muy baja, buena reacción, retención de humedad que varía con el diámetro de las partículas, generalmente está libre de sustancias tóxicas y tiene buena estabilidad física (Bastida 1999).

El bokashi es un abono orgánico fermentado que, en comparación al compost, pasa por un proceso de descomposición más acelerado y se consigue el producto final más rápido (Martínez y Abad, 1992).

En la agricultura se utiliza este abono dependiendo el tipo de suelo y el cultivo como: abonado directamente en el fondo de hoyo durante el trasplante del cultivo, cubriendo el abono con un poco de tierra, abonando a los lados de las plántulas cuando las hortalizas ya estén establecidas para una segunda y tercera fertilización.

El proceso de fermentación puede ser afectado por el uso de estiércoles muy lavados por las lluvias y expuestos al sol, usar estiércoles o con mucha tierra, que contengan plaguicidas en los materiales que se utilizaron, un exceso de humedad exposición al sol al viento y a la lluvia, un desequilibrio de ingredientes etc., (Martínez y Abad, 1992)

Peat moost: Paca de Peat Moss comprimido, este sustrato es a base de musgo Sphagnum, el cual es muy utilizado en la germinación de hortalizas, su origen es de Canadá.

Proporciona condiciones para un buen desarrollo radicular de las plántulas, está libre de plagas y enfermedades como hongos, larvas, nematodos y porciones de otras plantas.

Recuerda que las mezclas son esenciales para una excelente germinación y obtención de plántulas exitosas.

Arena: Es un material de la naturaleza sílice que depende de los componentes de la roca silicatada original, esta puede proceder de las canteras o ríos, es necesario que las arenas se encuentren exentas de limos, arcillas y carbonatos cálcicos (Abad y Noguera, 1997).

La arena representa el sustrato más utilizado aunque su uso está decreciendo debido a las restricciones legales en materia medioambiente gracias a eso se puede deducir que la arena es un buen sustrato y debe ser utilizado en los países que este se encuentre en abundancia (Martínez y Abad, 1992).

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Universidad Politécnica de Francisco I Madero que se encuentra en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. Esta región comprende aproximadamente 822 000 hectáreas y presenta un clima templado con temperatura anual de 12 °C durante el invierno y 23°C durante el verano. La precipitación promedio anual es de 400 mm y una vegetación xerófila en una ambiente semiárido (García, 1981).

El estudio se realizó en dos fases: una de campo y otra de laboratorio. En la primera etapa se eligieron 13 áreas del Valle del Mezquital de las cuales se tomaron muestras de 50 vainas de mezquite. Cada una de las muestras fue etiquetada.

La segunda fase se realizó en el Laboratorio de entomología de las instalaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I Madero, el cual se ubica en la misma región. Una de las actividades fue separar las muestras en dañada (vaina que presentó un agujero, que es por donde emerge el adulto del insecto) y no dañadas. Se realizó la escarificación de todas las semillas por el método de remoción de la cascara dura de la semilla.

Se determinó el porcentaje de daño en vaina, el número total de insecto, el porcentaje de larvas, y adultos por muestra. Se analizó la viabilidad de la semilla mediante el porcentaje de germinación y emergencia de las semillas en tres diferentes sustratos.

Resultados y discusión

Se encontró una fuerte infestación de la semilla de mezquite por el gorgojo de la semilla. Se encontró un promedio de 54% de infestación de las vainas. Se encontró un promedio de 34 gorgojos por cada 50 vainas. La mayoría de los insectos de gorgojo, se encontró en forma de adulto. Un 87% de los insectos son adultos, y solo un 13 por ciento se encontraron en forma de larva.

Se analizó la viabilidad de la semilla mediante el porcentaje de germinación y emergencia. La germinación de la semilla presentó un promedio de 95% y la emergencia de 65%. Al analizar la emergencia en diferentes sustratos, no se encontró diferencia significativa. El Peatmoss que es un sustrato comercial presentó el mayor porcentaje de emergencia con 76%, seguido por el tezontle con 72.

Cuadro 1. Infestación del escarabajo de la semilla de mezquite en el Valle del Mezquital

Muestra	Daño en vaina (%)	Total de insectos	Larva (%)	Adulto (%)
1	94	40	5	95
2	98	74	0	100
3	30	10	0	100
4	90	57	14	84
5	56	58	14	82
6	20	7	14	86
7	34	23	9	82
8	52	62	34	64
9	20	13	20	92
10	56	15	0	100
11	76	33	39	57
12	18	22	5	95
13	53	34	11	89
Promedio	54	34	13	87

Cuadro 2. Emergencia y germinación de la semilla de mezquite en diferentes sustratos

Tratamiento	Emergencia (%)	Germinación (%)
Tezontle	72	95
Bokashi	60	90
Peatmoss	76	90
Bokashi-Tezontle	64	95
Peatmoss-Tezontle	68	95
Bokashi-Peatmoss	60	95
Bokashi-Tezontle-Peatmoss	60	90

Conclusiones

Se observó en el proceso del trabajo de investigación que hay una pérdida de mezquite en la región del Valle del Mezquital, por diferentes factores, entre ellos, el uso de la madera como combustible y el daño de la semilla por plagas.

Existe una alta infestación de la semilla de mezquite por el gorgojo de la semilla en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Más de la mitad de la semilla se encuentra afectada por el insecto. Es necesario un plan para el manejo adecuado y banco de semilla de mezquite para el rescate y aprovechamiento de la especie.

El mezquite presenta una cascara dura que no le permite la pronta germinación de la semilla y hace difícil su reproducción inmediata para su rescate y aprovechamiento. La remoción de la cascara de la semilla es una práctica para ayudar en su reproducción y manejo en el aprovechamiento del mezquite. Es necesario realizar trabajos de investigación y técnicas para hacer fácil la remoción de la capa dura de la semilla de mezquite.

La viabilidad de la semilla de mezquite es buena. Más de la mitad de semillas que son escarificadas presentan un alto porcentaje de germinación. Se debe trabajar para lograr técnicas sencillas y eficaces para facilitar la obtención de semillas de calidad.

Los sustratos comerciales y los caseros son buenas para la emergencia de la semilla de mezquite. Más de la mitad de las semillas sembradas en diferentes sustratos no presentaron problemas para la emergencia. El uso de tezontle y abonos caseros son alternativas viables para la reproducción del mezquite. Hace falta realizar estudios en campo para observar el crecimiento y desarrollo de la planta de mezquite.

Literatura citada

Gómez, F., Signot, M.C. Albuin. 1970. Mezquite y huizaches. Algunos Aspectos de la Economía, Ecología y Taxonomía de los Géneros, *Prosopis* y *Acacia* en México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F.

Pennington, T. y J. Sarukan. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM – Fondo de cultura Económica. México, D.F.

Camacho, M. F. (1994). Dormición de semillas, causas y efectos; Editorial Trillas, México, 125 p.

FAO/CIRF. (1980). Recursos genéticos de especies arbóreas en las zonas áridas y semiáridas. Roma. Pp.136.

Maldonado-Aguirre L., J. Y F. E. De la Garza P. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de Importancia Productiva y Necesidades de Desarrollo. En: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter (Eds). El Mezquite Árbol de Usos Múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. Pp.37-50.



UTILIZACIÓN DEL QUITOSANO COMO BIOPELÍCULA PARA EL TRATAMIENTO DE FRUTOS DE PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annum* L.) EN POSTCOSECHA

¹Peña Hernández Denise Rosa, ²Lara Viveros Francisco Marcelo, ²Landro Valenzuela Nadia

¹Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Paseo del Agrarismo No. 2000, Carretera Mixquiahuala-Tula Km 2.5, Mixquiahuala de Juárez. Hidalgo, México CP. 42700

²Conacyt-Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Domicilio conocido, Tepatepec. Hidalgo, México C.P. 42660

Autor por correspondencia: drpena@itsoeh.edu.mx

Introducción

La creciente pérdida en postcosecha de frutas y hortalizas frescas ha desencadenado una preocupación sin precedentes a escala mundial. Se estiman cifras del 5 a 25 % en países industrializados y de 20 a 50 % en países en desarrollo (Trejo, 2014), siendo las principales causas daños mecánicos, desórdenes fisiológicos, invasión de plagas y enfermedades e inadecuada tecnología o carencia de esta, para el control de la maduración y senescencia (Nussinovich & Lurie, 1995). Un método alternativo para extender la vida útil y minimizar los cambios en la calidad en productos hortofrutícolas frescos, es la aplicación de películas y coberturas comestibles que originan una atmósfera modificada en el vegetal (Rodríguez *et al*, 1998) y reducen la pérdida de agua, permiten el control respiratorio, retrasan el envejecimiento y mejoran la calidad sensorial de los mismos. Dentro de biomoléculas empleadas para la elaboración de películas, está el quitosano, por sus propiedades filmogénicas, biocompatibilidad, biodegradabilidad (Sirinivasa *et al*, 2004), inocuidad (DL_{50} en ratones = 16 g/kg) (Hirano *et al*, 1990) y ser un recurso renovable es ampliamente utilizado. El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de coberturas de quitosano en la calidad y prolongación del período de conservación en pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) durante su almacenamiento a temperatura ambiente.

Materiales y Métodos

Los frutos (rojo, amarillo y anaranjado) fueron obtenidos de una plaza comercial de mayoreo del municipio de Tlahuelilpan, Hidalgo, y se aplicó una limpieza exhaustiva. Se prepararon cuatro tratamientos a diferentes concentraciones de quitosano: T_c (0%), T₁ (0.5%), T₂ (1%) y T₃ (1.5%). Las películas se elaboraron de acuerdo a la metodología reportada por Ghaoutt et al. (1991). Se tomaron lecturas de peso de cada tratamiento diariamente donde la pérdida de peso se reportó como porcentaje de pérdidas acumuladas respecto al peso inicial del fruto. Para la determinación del contenido de clorofilas totales de la biomasa se utilizó el método espectrofotométrico propuesto por Lichtenthaler (1987). Se midió la absorbancia del sobrenadante a 750, 663, 646 y 470 nm, como blanco se utilizó el propio disolvente. Los grados Brix se midieron con un refractómetro portátil aplicando el método establecido por la NMX-F-103-1982. El color se determinó por medio de un análisis de imagen, haciendo fotografías completas del fruto diariamente, y analizadas mediante Image J, obteniendo valores a los parámetros R, G y B. La imagen en infrarrojo se realizó mediante fotos en infrarrojo de todos los frutos que mediante el programa Imagen J se obtuvieron valores para L (luminosidad). Se midió el CO₂ presente en el contenedor de cada tratamiento, para ello se colocaron en contenedores de plástico herméticos los frutos y un sensor de CO₂ MG811, la salida del sensor se conectó a una tarjeta de adquisición de datos programada para medir la concentración de CO₂ cada hora y almacenar los datos para su posterior análisis. Se realizó un análisis de varianza y pruebas de separación múltiple de medias Tukey a una confiabilidad del 95%, empleando el programa SAS V.9 para Windows®.

Resultados y Discusión

Pérdida de peso. La mayor pérdida de peso ocurrió en los frutos sin quitosano (19.9 %), En contraste los tratamientos con la mayor concentración de quitosano (1.5%) mostraron una pérdida de apenas 6.2 %, lo cual muestra que el compuesto logra disminuir significativamente la pérdida de peso (Figura 1).

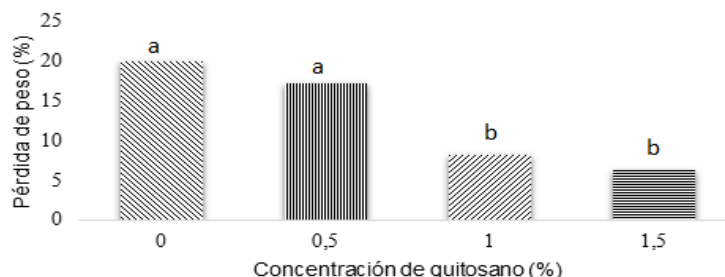


Figura 1. Porcentaje de pérdida de peso en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum L*) obtenida en diferentes concentraciones de quitosano. * Letras iguales no representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P = 0.05).

Estudios realizados en frutos como la mandarina, el pepino y el pimiento, demuestran que la concentración de quitosano es proporcional a la reducción de pérdida de peso, debido a que incrementa la viscosidad de la disolución y disminuye la permeabilidad de la cutícula evitando de tal manera la pérdida de agua (Salvador *et al*, 2003; García *et al*, 2009; Ghaouth *et al*, 1991). Por otra parte, Quynh & Bao (2010) señalan que además el espesor de la película es primordial para reducir la transpiración de los frutos y Andrade *et al* (2014) en un estudio realizado en chiles reportan que la temperatura de almacenamiento está directamente relacionada con la tasa de respiración de los frutos, a temperaturas frías se reducen los procesos fisiológicos y por ende la pérdida de agua (Sáenz *et al*, 1991).

Concentración de clorofila. Con respecto a los contenidos de clorofilas, cabe destacar que los frutos color naranja presentaron la mayor concentración de clorofila a y b. No obstante ninguno de estos valores en clorofila a y b fue significativo estadísticamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de Clorofila tipo a, b y Carotenoides en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum L*) obtenida en diferentes colores en el día 4.

Color del fruto	Clorofila tipo A (µg/100g)*	Clorofila tipo B (µg/100g)*	Carotenoides (µg/100g)*
Rojo	0.05586 a	0.09793 a	2.3196 a
Amarillo	0.05551 a	0.10062 a	0.7755 b
Naranja	0.07366 a	0.14306 a	1.8455 a

* Misma letra no representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P = 0.05)

Borovsky & Paran (2008) mencionan que a medida que la madurez del fruto avanza ocurre una degradación de la molécula de clorofila, generando compuestos no coloreados, lo que hace que se expresen otros pigmentos como los carotenos, los cuales pueden dar al fruto una coloración desde amarilla hasta púrpura. No obstante también en otros estudios se señala que el contenido de β-carotenos se incrementa conforme madura el fruto pero al encontrarse en un estado avanzado de maduración la concentración de éste carotenoide se mantiene constante o disminuye rápidamente (Dutta *et al*, 2005; Bari *et al*, 2006).

°Brix. En cuanto a los °Brix, se observan diferencias significativas entre tratamientos, siendo evidente que entre mayor sea la concentración de quitosano menor es el contenido de sólidos solubles (Figura 2).

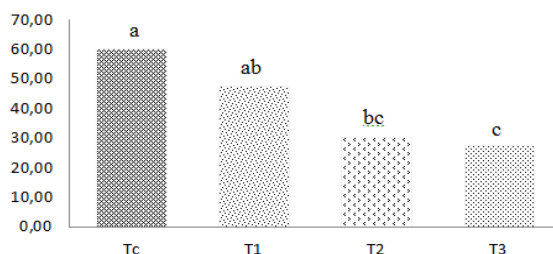


Figura 2. Porcentaje de sólidos solubles en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) obtenida en diferentes concentraciones de quitosano. * Misma letra no representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, P = 0.05)

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Jiang *et al.*, (2005) quienes demostraron que frutos de litchi almacenados a 2°C durante 20 días con un recubrimiento de quitosano disminuyó el contenido de sólidos totales de 15°Bx a 13.5°Bx en comparación con los frutos no tratados.

Color. Los datos mostraron que solamente el T_c y el T₁ sufrieron cambios notorios de coloración a lo largo del tiempo en frutos color rojo y anaranjado, mostrando un descenso solo en el parámetro G. En frutos color amarillo los tratamientos con mayor concentración de quitosano sufrieron menos cambios que los que no fueron tratados, sin embargo, estos mismos frutos mostraron cambios en el contenido de sólidos solubles totales. En el T₂ no hay parámetro estadísticamente significativo para la explicación del color amarillo y anaranjado (Cuadra 2).

Cuadro 2. Comportamiento de los parámetros de color en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.).

Pimiento rojo						Pimiento amarillo						Pimiento anaranjado					
Dosis de Quitosano	Ecuación	Probabilidad	R ²	Color Inicial	Color Final	Dosis de Quitosano	Ecuación	Probabilidad	R ²	Color Inicial	Color Final	Dosis de Quitosano	Ecuación	Probabilidad	R ²	Color Inicial	Color Final
0 %	$y = -0.24839G + 13.09322$	0.0030	0.71	R=115 G=43 B=45	R=90 G=16 B=25	0 %	$y = 0.25336(R+B)Y + 28.13096$	0.0005	0.7055	R=181 G=110 B=19	R=134 G=86 B=4	0 %	$y = 0.00194G^2 + 13.12847$	<0.0001	0.7722	R=183 G=77 B=42	R=132 G=38 B=13
0.5 %	$y = -0.26865G + 14.97669$	<0.001	0.62	R=129 G=42 B=43	R=105 G=23 B=30	0.5 %	$y = 36.45988(R+G) + 64.87394$	0.6369	0.999	R=168 G=98 B=20	R=134 G=83 B=6	0.5 %	$y = 0.43640G^2 + (-2058.57539)$	<0.0001	0.9339	R=178 G=75 B=23	R=145 G=43 B=10
1 %	$y = -0.05067G + 5.76905$	0.13	0.58	R=146 G=44 B=44	R=124 G=36 B=37	1 %	---	---	---	R=164 G=96 B=21	R=174 G=109 B=21	1 %	---	---	---	R=178 G=76 B=28	R=172 G=65 B=27
1.5 %	$Y = -0.00151G^2 + 5.49378$	0.12	0.26	R=142 G=51 B=52	R=127 G=37 B=37	1.5 %	$Y = -0.24828B + 8.85973$	0.0002	0.4008	R=171 G=111 B=35	R=141 G=94 B=7	1.5 %	$y = 0.00098497G^2 + 8.65171$	0.0071	0.2718	R=175 G=67 B=30	R=176 G=59 B=26

* Debido a la pérdida de frutos no hubo datos significativos que explicaran el fenómeno

Las propiedades de color del pimiento cambian con la maduración, siendo esto resultado de la degradación de la clorofila y el aumento considerable en contenido de carotenoides. Este cambio está directamente relacionado con la temperatura e iluminación a la que está expuesto el fruto (Serrano, 2009). Sin embargo los frutos tratados con concentraciones altas de quitosano no mostraron cambios importantes en el color de los mismos. Lo anterior se sustenta por los estudios de otros autores quienes indican que una disminución de la presencia de etileno, la reducción de la tasa de transpiración y la temperatura fueron factores en los que el quitosano influyó favorablemente en los resultados obtenidos durante su experimentación (Madhavi & Salunkhe, 1998; El Ghaout *et al.*, 1992). Con esto, el efecto del quitosano resulta favorable en el control de éste parámetro independientemente de la coloración original de fruto.

Imágenes Infrarrojas. Se observa que los frutos sometidos a una concentración de 1% de quitosano presentaron valores de L más cercanos al negro indicando que el calor liberado fue menor en comparación con los demás tratamientos, favoreciendo una disminución a la respiración (Figura 3).

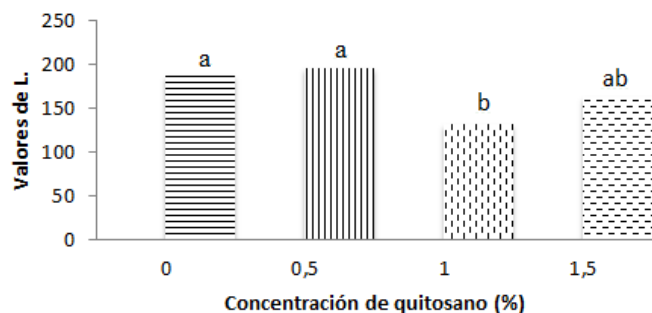


Figura 3. Valores de L en imágenes infrarrojas de frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L) tratados con diferentes concentraciones de quitosano.

Estos datos concuerdan con lo reportado por Ghaouth *et al* (1991) quienes realizaron un estudio evaluando el potencial del quitosano como revestimiento conservante para el pimiento y el pepino. Dichos autores encontraron que la disminución en la tasa de respiración alcanzada por el recubrimiento fue notablemente mayor a la de los frutos sin tratar en el caso de los pimientos, siendo este efecto posible en los tratamientos de mayor concentración de quitosano.

CO₂ presente en el contenedor. Los datos obtenidos durante las primeras 22 horas demuestran que el T₃ (1.5 % quitosano) generó una menor producción de CO₂ (Figura. 4).

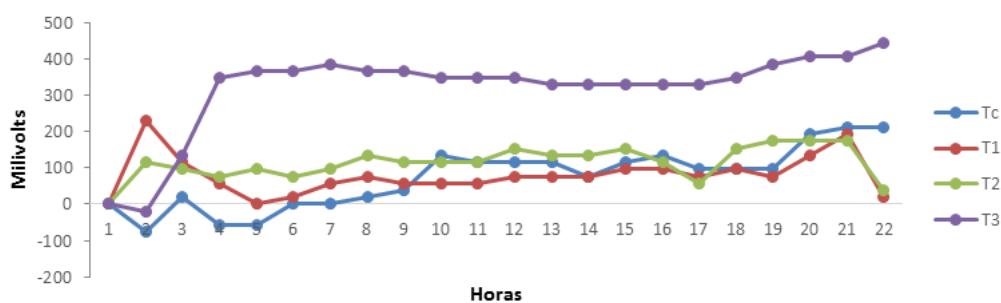


Figura 4. Registro de milivolts generados en los diferentes tratamientos en frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L) durante las primeras 22 horas.

La reducción de la producción de etileno y bióxido de carbono, así como la retención de la firmeza de los frutos como resultado del recubrimiento se explica generalmente por la modificación de los niveles endógenos de O₂, CO₂ y C₂H₄. Por lo tanto, es probable que el retraso observado en el proceso de maduración en frutos con revestimiento fuera ocasionado por una reducción de la transpiración más que por la modificación de la atmósfera interna (Ghaouth *et al*, 1991). Esto sugiere que el revestimiento podría haber afectado eficazmente el curso de la senescencia (como se indica por la tasa de respiración) en estos frutos.

Conclusiones

La aplicación de quitosano a frutos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L) empleando concentraciones mayores a 1 % retrasan la maduración y deterioro de los mismos, reducen la pérdida de peso, conserva el color por un mayor periodo de tiempo, e inhibe la respiración y producción de CO₂, parámetros que influyen en la calidad del producto; no obstante en este estudio la cantidad de sólidos solubles totales disminuyeron, además no influyó en la conservación de clorofila y carotenoides, y sobre todo redujo el tiempo de almacenamiento de los frutos.

Referencias

- Bari, L., Hassan, P., Absar, P., Haque, M.E., Khuda, M.I.I.E., Pervin, M.M., Khatun, M.S. & Hossain, M.I., 2006. Nutritional analysis of two local varieties of papaya (*Carica papaya* L.) at different maturation stages. Pakistan Journal of Biological Sciences 9(1):137-140.
- Borovsky Y & Paran I, 2008. Chlorophyll breakdown during pepper fruit ripening in the chlorophyll retainer mutation is impaired at the homolog of the senescence-inducible stay-green gene. Theoretical and Applied Genetics 117: 235-240.
- Dutta D, Chaudhuri UR & Chakraborty R., 2005. Structure, health benefits, antioxidant property and processing and storage of carotenoids. African Journal of Biotechnology 4(13):1510-1520.
- El Ghaouth A., Arul J. & Ponnampalam R., 1991. Use of chitosan coating to reduce weight loss and maintain quality of cucumbers and bell pepper fruits. Journal of Food Processing and Preservation 15: 359-368.
- García M., Díaz R., Casariego A., Bolumen S., De Hombre R., González I., Rodríguez I. & Salgado J. M., 2009. Preservación de pimientos con aplicación de coberturas de quitosana. ResearchGate, Ciencia y Tecnología de Alimentos, 19(1)
- Hirano, S.; Itakura, C.; Seino, H.; Akiyama, Y.; Nonaka, I.; Kambara, N. & Kawakami, 1990. Effect of Chitosan Coating on the Physiology and Quality of Fresh-Cut Carambola (*Averrhoa carambola* L.) Fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 38: 1214-1217.
- Lichtenthaler H.K., 1987. Chlorophyll and carotenoids: Pigments of Photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology 148: 350-382
- Nussinovich, A. & Lurie, S., 1995. Edible coatings for fruits and vegetables. Postharvest News and Information 6 (4): 53-57.
- Sáenz, M. V., L. Castro-Barquero & J. González., 1991. Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida poscosecha y la calidad de los frutos de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. Flavicarpa). Agronomía Costarricense 15(1/2):79-83.
- Salvador A., Cuquerella J. & Monterde A., 2003. Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en mandarinas fortune. México, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 5(2):12-127.
- Sirinivasa P., Ramesh M., Kumar K. & Tharanathan R., 2004. Properties of chitosan films prepared under different drying conditions. Journal of Food Engineering 63: 79-85.
- Trejo E., 2014. Manejo poscosecha y prevención de pérdidas de alimentos. Programa Educativo de Tecnología de Alimentos, UTVM, Milenio Diario

EFFECTO DE SUSTANCIAS DE ORIGEN COMPLEJO EN LA MULTIPLICACIÓN *In Vitro* DE *Agave cupreata* OTTO

¹Aguilar Jiménez Daniel, ¹Eulalio Rivera López, ²José Luis Rodríguez De la O.

¹Programa Educativo de Agrobiotecnología, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma, Barrio de Santiago Mihuacán, Izúcar de Matamoros, Puebla. C. P. 74420.

²Departamento de Fitotecnia, Área de Genética, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, C. P. 56230.
Autor para correspondencia. E-mail: yolot777@hotmail.com

Introducción

En México, el género *Agave* representa uno de los recursos naturales de mayor importancia desde el punto de vista económico, social y agroecológico. Además, son plantas siempre verdes cuyas características fisiológicas y morfológicas les confieren una notable capacidad de adaptación a ambientes poco fértiles, con escasas de agua y por lo regular a altas temperaturas, donde precisamente se desarrollan y multiplican de mejor manera, proporcionando una productividad más alta que muchas de las plantas cultivadas utilizadas actualmente (Granados, 1999). En el estado de Puebla, *Agave cupreata* entre otras especies, es empleado para elaborar mezcal. Sin embargo, su propagación de manera convencional es limitada debido a la baja cantidad de hijuelos que produce y al poco potencial de germinación de las semillas, entre otros factores como los demás agaves (Enríquez del Valle, 2008). Debido a ello, varios autores han realizado investigaciones que permitan la obtención de mayor número de plantas de *Agave* mediante las técnicas de propagación *in vitro*, tal es el caso de Domínguez *et al.* (2008) en *A. cupreata*, *A. karwinskii*, *A. potatorum*, *A. difformis* y *A. obscura*, Enríquez-del-Valle *et al.* (2005) en *Agave angustifolia*, Valenzuela-Sánchez *et al.* (2006) en *Agave tequilana*, Silos-Espino *et al.* (2007) en *Agave salmiana*, Salazar *et al.* (2009) en *Agave cocui* Trelease y Aureoles-Rodríguez *et al.* (2007) en *Agave inaequidens* Koch. Sin embargo, existen sustancias de origen complejo que, adicionadas al medio de cultivo pueden crear una sinergia y potenciar el efecto del medio de cultivo para la formación de nuevos brotes, tales como el extracto de malta, caseína hidrolizada, agua de coco, pulpa de tomate, entre otras más (Hartmann y Kester, 2001), pero las respuestas pueden variar entre diferentes especies e incluso debido al genotipo. Con base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de N-6-Bencilaminopurina (BAP) con sustancias de origen complejo para potenciar la formación de brotes *in vitro* de *Agave cupreata*.

Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología, Área de Cultivo de Tejidos Vegetales *in vitro* perteneciente al Programa Educativo de Agrobiotecnología de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, durante el periodo mayo-agosto de 2016. Se emplearon semillas de *A. cupreata* colectadas en alrededores de Izúcar de Matamoros, Puebla, las cuales fueron desinfectadas con una solución jabonosa más tres gotas de Tween 20, después se enjuagaron con agua destilada y se colocaron en alcohol al 70 % v/v durante 3 minutos, se enjuagaron y en seguida se trasladaron a campana de flujo laminar para colocarse en cloro 10 % v/v durante 10 minutos (Asma *et al.*, 2008), enjuagarse y ser sembradas *in vitro* para la obtención de brotes múltiples (Domínguez *et al.*, 2008). Posteriormente, se elaboró el medio de cultivo con las sales inorgánicas de Murashie y Skoog (1962) suplementadas con tiamina 0.4 mg·L⁻¹, mioinositol 100 mg·L⁻¹, N-6-Bencilaminopurina (BAP) 3 mg·L⁻¹, sacarosa 3 % y agar-agar 8 %, adicionando por separado: extracto acuoso de *Moringa oleifera* 20 % v/v, agua de coco 20 % v/v y extracto de levadura 400 mg·L⁻¹ (Hartmann y Kester, 2001), ajustando la solución final de cada tratamiento a un pH de 5.7 ± 0.01 vertiendo 10 mL por cada tubo de ensaye marca KIMAX, considerando a cada tubo de ensaye como unidad experimental con diez repeticiones por tratamiento. Finalmente, fueron esterilizados mediante autoclave de vapor de agua a 121 °C y a una presión de 1.5 kg·cm² por 20 minutos. Las respuestas de las variables, número y longitud de brotes y de raíz, se analizaron mediante un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para comparar el efecto medio de los tratamientos.

Resultados y discusión

La respuesta obtenida para número de brotes dependió del tipo de sustancia de origen complejo adicionado al medio de cultivo. Evidenciando que el efecto de BAP puede ser potenciado a más del 300 % para la formación de brotes en *Agave cupreata* con la adición de agua de coco 20 % v/v durante 8 semanas bajo condiciones *in vitro*. Sin embargo, el extracto acuoso de *Moringa oleifera*, a pesar de estar reportada ésta planta con propiedades benéficas a la salud humana y al medio ambiente por poseer minerales, vitaminas y aminoácidos importantes (Vázquez-Rodríguez *et al.*, 2013), en esta investigación se muestra que para cuestiones de micropropagación de *Agave cupreata* resulta no apropiado ya que puede llegar a inhibir el efecto de BAP ($3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) no sólo para formación de brotes, sino también para longitud de los mismos y formación de raíz. No obstante, la formación de raíz sólo se vio favorecida por el tratamiento con agua de coco 20 % v/v, por lo que dicho tratamiento representa en este trabajo, la mejor opción para micropropagar *Agave cupreata* en presencia de BAP al haber favorecido respuestas organogénicas para las variables consideradas (Tabla 1).

Tabla 1. Respuestas de brotes *in vitro* de *Agave cupreata* a BAP más sustancias de origen complejo.

Tratamiento	Variables			
	No. Brotes	Long. Brotes (cm)	No. de Raíz	Long. De Raíz (cm)
MS + BAP (T1)	3.8 C	2.618 B	0.0 B	0.0 B
MS + BAP + Moringa (T2)	1.6 D	0.986 C	0.0 B	0.0 B
MS + BAP + Agua de coco (T3)	16.8 A	6.488 A	3.2 A	2.67 A
MS + BAP + Extracto de levadura (T4)	6.6 B	4.838 A	0.0 B	0.0 B

Por otra parte, el único tratamiento que generó fenolización en el medio de cultivo y causó necrosis en la base de los brotes *in vitro* fue el tratamiento con extracto acuoso de *Moringa oleifera* indicando una vez más que, al menos en 20 % v/v, no es apropiado como compuesto de origen complejo que coadyuve a potenciar el efecto de BAP en $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en la propagación *in vitro* de *Agave cupreata*.

Conclusiones

Se logró potenciar el efecto de BAP para la formación de brotes *in vitro* de *Agave cupreata*, incluso a más del 300 %, al adicionarse en el medio de cultivo agua de coco 20 % v/v como sustancia de origen complejo.

El extracto acuoso de *Moringa oleifera* 20 % v/v causó la inhibición del efecto de BAP $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en todas las variables, y además, causó fenolización en el medio de cultivo, necrosis y aspecto deshidratado de los brotes *in vitro*.

Literatura consultada

1. Asma, N., Kashif, A., and Saifullah, K. 2008. *In vitro* propagation of *Croton (Codiaeum variegatum)*. Pakistan Journal of Botany. 40:99-104.
2. Aureoles-Rodríguez, F., Rodríguez de la O, J. L. Legaria-Solano, J. P., Sahagún-Castellanos, J., Peña-Ortega, M. G. 2008. Propagación *in vitro* del maguey bruto (*Agave inaequidens* Koch), una especie amenazada de interés económico. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 14(3): 263-269.
3. Domínguez, S. M., Gonzales, J. M., De la luz, M., Rosales, G. C., Quiñones, V. C., Díaz, De L. S., Mireles, O. S., Pérez, M. E. 2008. El cultivo *in vitro* como herramienta para el aprovechamiento, mejoramiento y conservación de especies del género *Agave*. Investigación y ciencia 16:53-51.
4. Enríquez del Valle, J. R. 2008. La propagación y crecimiento de agaves. Fundación Produce Oaxaca A.C. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. México. 46 p.
5. Enríquez del Valle, J. R., Carrillo-Castañeda G. Y., Rodríguez De la O, J. L. 2005. Sales inorgánicas y ácido indolbutírico en el enraizado *in vitro* de brotes de *Agave angustifolia*. Rev. Fitotec. Mex. 28:175-178.
6. Granados, S. D. 1999. Los agaves de México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 252 p.
7. Hartman H. T. y Kester, D. E. (2001) Propagación de plantas. 2ª edición. CECSA. México. pp: 549-618.
8. Salazar, E., González, P., Hernández, C. 2009. Multiplicación *in vitro* de *Agave cocui* Trelease a través de yemas axilares. Agronomía tropical. 59(2): 1-12.
9. Silos-Espino, H. N., González-Cortés, A., Carrillo-López, F., Guevara-Lara, M. E., Valverde-González, O. y Paredes-López. 2007. Chemical composition and *in vitro* propagation of *Agave salmiana* "Gentry". J. Hort. Sci. Biotechnol. 82:355-359.
10. Valenzuela-Sánchez, K. K., Juárez-Hernández, R. E., Cruz-Hernández, A., Olalde-Portugal, V., Valverde, M. E., Paredes-López, O. 2006. Plant regeneration of *Agave tequilana* by indirect organogenesis. In Vitro Cell Dev Biol Plant. 42:336-340.
11. Vázquez-Rodríguez, J. A., Sánchez-Peña, Y. A., Martínez-Avila, G. C. G, Sinagawa-García, S. R. 2013. *Moringa oleifera*; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. Acta Química Mexicana. 5(9):25-30.

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE GERMINACIÓN DEL AJO (*Allium sativum*) BAJO CONDICIONES HIDROPÓNICAS

¹López Fernández Abelardo, ¹Cruz Vargas Juan Alberto, ^aPérez García Brandon Daniel, ¹Rivas Castillo Andrea M.

¹ Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México, Blvd. Miguel Hidalgo No. 5, Ccto. General Felipe Ángeles Mz. 189 Lt. 1, Fracc. Los Héroes Tizayuca C.P. 43816, Tizayuca, Hgo. México.

Autor para correspondencia: amrivascastillo@gmail.com

Introducción

El ajo (*Allium sativum*) es un vegetal que crece en lugares donde el clima es seco y no existe mucha humedad en el ambiente, ya que ha sido observado que la humedad afecta el crecimiento de los bulbos del ajo. Así mismo, para poder tener un efectivo crecimiento del ajo, es recomendable que sea plantado en un tipo de suelo ligero o suelto, y además permeable para evitar el encharcamiento de agua, ya que este cultivo es susceptible a la podredumbre. El tipo de suelo areno-arcilloso-calcáreo se recomienda para obtener cultivos de ajo de buena calidad; sin embargo, después de la primer cosecha no podrá volverse a cultivar ajo en el mismo sitio, debido a que éste consume todos los nutrientes disponibles, dejando al suelo estéril, de manera que para poder volver a cultivar en dicho sitio se necesita un lapso en el rango de 3 a 8 años, según sea el estado del suelo (Sarita, 1995).

En México el ajo es comúnmente utilizado en la cocina para dar sabor a los alimentos. Además, es sobresaliente su aplicación medicinal, ya que ayuda a controlar y disminuir diversos problemas de salud, como enfermedades cardíacas, dolores corporales diversos, lepra, sordera y diarrea; ayudando también a la desintoxicación alimentaria, los tratamientos anticancerígenos y como anticoagulante, problemas que, aunque se presentan a nivel mundial, su mayor afectación se encuentra en países de bajo ingreso (Rana y col., 2011). Debido al aumento poblacional, el consumo del ajo va en incremento, y en base a un reporte de SAGARPA 2017, el principal Estado productor de ajo, Zacatecas, produjo en el 2016 un total de 42 mil 340 toneladas, que equivalen al 56.3 % del total, seguido por el estado de Guanajuato con una cantidad producida de 12 mil 586 toneladas y Puebla con 3 mil 969 toneladas. Junto con Baja California y Sonora, los tres Estados anteriores producen el 87.1 % de la producción total de ajo en el país. El Estado de Hidalgo junto con Veracruz, Aguascalientes, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Durango, San Luis Potosí, Guerrero, Jalisco, Tlaxcala, Baja California Sur, Coahuila y Michoacán, conforman el 12.9 % restante en producción de ajo (INEGI, 2015; SAGARPA, 2017).

En el Estado de Zacatecas se utilizan dos tipos de sistema de riego para la producción de ajo, consistentes en riego por gravedad (30%) riego por goteo (70%), debido a la poca necesidad de humedad para el cultivo del ajo. De igual forma, el clima afecta la producción de este cultivo, ya que se cultiva en áreas semidesérticas para así poder tener una buena producción de ajo (Reveles y col., 2009; SAGARPA, 2010). A conocimiento de los autores, existen reportes escasos en donde se evalúe la capacidad de germinación y crecimiento del ajo bajo condiciones hidropónicas (Tsuneyoshi, 2006). Por todo lo anterior, en el presente documento se muestran los resultados observados del análisis del proceso de germinación de ajo bajo condiciones hidropónicas en presencia de dos sustratos diferentes, y los resultados muestran que su germinación se acelera bajo estas condiciones, comparado con el tiempo de germinación reportado para condiciones tradicionales (en suelo franco), cuyo tiempo de germinación está reportado de 7 a 8 meses (Sarita, 1995).

Materiales y Métodos

Variedad utilizada

Se utilizó la variedad de ajo *Allium sativum*, la cual fue obtenida en un negocio independiente en Tizayuca Hidalgo. Para el análisis, fueron tomados 8 dientes de ajo y colocados para monitorear su germinación.

Método hidropónico

Se utilizaron dos tipos de sustrato como suplementos para el cultivo en dos sistema hidropónico: 1) Nitrofoska® (Sustrato 1) cuya composición es: N 12%, P₂O₅ 12%, K₂O 17%, MgO 2%, SO₃ 20%, B 0.02% Y Zn 0.01%; y 2) un Sustrato 2, el cual fue donado por el Dr. Abelardo González de la Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana del Valle de México y contiene N, P₂O₅, K₂O, MgO, SO₃, B Y Zn, y su composición específica es desconocida (EuroChem Agro, 2017).

Para la instalación de este sistema, se tomaron como referencia los métodos establecidos para el cultivo de lechugas en hidroponía y el manual de hidroponía (OASIS® EASY PLANT®, 2017), los cuales se basan en el tipo de cultivo tradicional adaptado a un sistema hidropónico.

La distribución de los ajos se estableció con una distancia de 5 centímetros entre cada diente de ajo en una placa de unicel colocada sobre un contenedor con 7 L de agua suplementada con 20 gr de sustrato, y se adicionó 7 gr de sustrato adicional cada semana. El sistema hidropónico se realizó los primeros 15 días a una temperatura de 4 °C. Pasados los 15 días y lograda la eclosión de los ajos, el sistema se mantuvo a una temperatura ambiente por 60 días, supervisándose periódicamente el crecimiento de los cultivos.

Análisis estadístico

Los parámetros estadísticos básicos y los análisis de varianza (ANOVA) se llevaron a cabo utilizando el software comercial Origin Pro 9.0. Las diferencias en $P \leq 0.05$ se consideraron estadísticamente significativas.

Resultados y Discusión

Anteriormente ha sido reportado que la germinación del ajo bajo condiciones tradicionales tiene una duración de 7 a 8 meses (Rana y col. 2011). Además de que el crecimiento de este cultivo genera un impacto adverso para el suelo, ya que este proceso da como resultado un suelo estéril, generando un impacto negativo sobre el ambiente y una pérdida de dinero a los agricultores (INEGI, 2011). Para evaluar la capacidad y el tiempo de germinación del ajo bajo condiciones de hidroponía, se montaron sistemas controlados utilizando dos diferentes sustratos: Sustrato 1 (Nitrofoska®) y un Sustrato 2, los cuales debido a su contenido son potencialmente capaces de sustituir los nutrientes del suelo por una solución que contiene N, P₂O₅, K₂O, MgO, SO₃, B Y Zn. Las Figuras 1 y 2 muestran las curvas de germinación en Sustrato 1 y 2, respectivamente ($n=8$), en donde se observa que el tiempo de germinación y crecimiento de la plántula es similar entre un sustrato y otro.

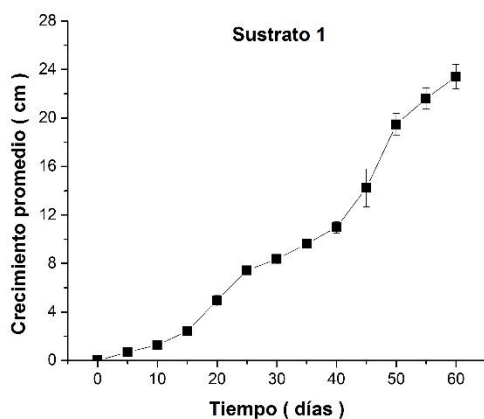


Figura 1. Germinación de ajo en Sustrato 1.

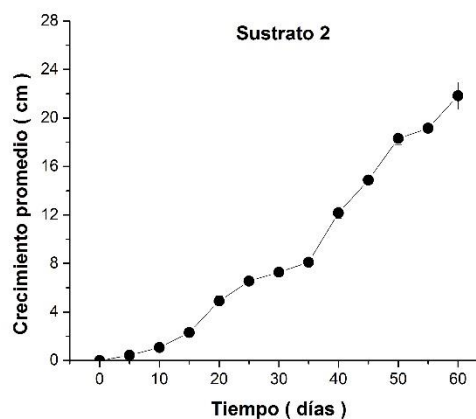


Figura 2. Germinación de ajo en Sustrato 2.

Sin embargo, al realizar un análisis estadístico (Tabla 1), se observó que existe una germinación acelerada en el Sustrato 1, ya que la diferencia de germinación con el Sustrato 2 es significativa a lo largo de dicho proceso, mostrándose que el crecimiento promedio de un sustrato a otro presenta una diferencia de 0.2 mm. Además, se observó que el Sustrato 1 es más eficaz para obtener plántulas sanas.

Tabla 1. Comparación del crecimiento del ajo en los sustratos hidropónicos

Tiempo (días)	Sustrato 1	Sustrato 2	P
0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.000
5	0.68 ± 0.12	0.42 ± 0.19	0.017*
10	1.27 ± 0.19	1.03 ± 0.17	0.041 *
15	2.41 ± 0.29	2.30 ± 0.20	0.410
10	4.95 ± 0.45	4.90 ± 0.40	0.828
25	7.42 ± 0.34	6.53 ± 0.33	3.955x10 ⁻⁴
30	8.36 ± 0.26	7.28 ± 0.13	4.261x10 ⁻⁶
35	9.61 ± 0.31	8.10 ± 0.28	1.153x10 ⁻⁵ *
40	10.97 ± 0.48	12.10 ± 12.10	0.002*
45	14.22 ± 1.57	14.87 ± 0.35	0.447
50	19.46 ± 0.91	18.3 ± 0.52	0.0514
55	21.61 ± 0.85	19.15 ± 0.33	6.768x10 ⁻⁴ *
60	23.41 ± 0.99	21.82 ± 1.10	0.045 *

$P \leq 0.05$

* valores de crecimiento significativamente diferentes en el tiempo especificado.

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que el período de germinación del ajo puede ser disminuido a la mitad del tiempo en un sistema hidropónico. Aunque las muestras de ajo no soportaron la humedad del sistema hidropónico para llevar a cabo todo su proceso de crecimiento, fue evidente la aceleración del proceso de germinación en ambos sustratos.

Por lo anterior, estos resultados sugieren que se podría disminuir el tiempo de producción del ajo al acelerar su tiempo de germinación, lo cual puede influir en la disminución de los costos que genera dicha producción. Así mismo, son necesarias investigaciones futuras para determinar la viabilidad del crecimiento del ajo bajo condiciones hidropónicas y así disminuir el efecto ambiental producido por este cultivo.

Literatura citada

- Sarita, V. 1995. Cultivo de ajo. Boletín N° 5 2nda. Ed. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 1-24.
- Rana, S.V., Pal. R., Vaiphei, R., Sharma, S. K., & Ola R. P. 2011. Garlic in health and disease. Nutrition Research Reviews. 24: 60–71.

- SAGARPA. 2017. Aumenta producción de ajo “Hecho en México” 28.9 por ciento en 2016. <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- INEGI. 2015. Población de México. <http://cuentame.inegi.org.mx>.
- SAGARPA. 2010. Plan Rector, Sistema Producto Estatal, Ajo. <http://dev.pue.itesm.mx>.
- EuroChem Agro. 2017. Composición de Nitrofoska®. <http://es.eurochemagro.com/>.
- Tadamitsu T., Jiro Y., & Takashi S. 2006. Hydroponic cultivation offers a practical means of producing selenium-enriched garlic..1-3 pp
- Revelez, H. M., Velasquez V. R., & Bravo, L. A. G., 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico N° 11. Centro de Investigación Regional del Norte Centro, Campo Experimental de Zacatecas. Zacatecas, México.
- OASIS® EASY PLANT®. 2017. Manual hidroponía. <http://www.oasiseasyplant.mx>.

GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE SEMILLAS DE CHILTEPÍN (*Capsicum annuum* L.) ESCARIFICADAS CON ÁCIDO SULFÚRICO

Faustino Martínez Leticia^{1*}, Efraín Contreras Magaña², Emigdio De la Cruz De la Cruz¹.

Autor para correspondencia: 1b.lety27@gmail.com

Introducción

El fruto del chiltepín es muy apreciado y cotizado. Durante la época de fructificación llega a desplazar a otros tipos de chile alcanzando hasta 40 veces el precio de los chiles serranos y jalapeños. La gran mayoría del chiltepín que se comercializa proviene de colectas de plantas silvestres (Rodríguez *et al*, 2003). Por otra parte, no todas las semillas germinan fácilmente, algunas presentan ciertos mecanismos que les impiden hacerlo, estas semillas se conocen como durmientes o latentes y para germinar requieren de un manejo especial que muchas veces incluye un tratamiento con la finalidad de eliminar los mecanismos fisiológicos que inhiben. Debido a que existe poca información sobre la germinación del chiltepín y su posible domesticación, siendo este un recurso alimenticio y económico para los pobladores de la región Huasteca Hidalguense, es necesario implementar alternativas que garanticen el recurso para las futuras generaciones. Por tal motivo, en el presente proyecto valoraron las semillas de chiltepín, provenientes de la región Sonorense, tratadas con ácido sulfúrico (H₂SO₄) en diferentes concentraciones y tiempos de exposición, en la búsqueda de incrementar el porcentaje de germinación de la semilla y apoyar a su introducción en la Huasteca Hidalguense.

Objetivo general

Encontrar la mejor concentración de ácido sulfúrico y tiempos de exposición para la germinación y emergencia del chiltepin *Capsicum annuum* L.

Materiales

Pinza de disección, Guantes de látex, Papel reciclable, Equipo de soplador neumático, Cajas Petri, Papel filtro, Agua destilada, Ácido sulfúrico, Cámara germinadora

Material genético. Semilla

Extracción de la semilla. Para la extracción de la semilla del fruto se realizó de forma manual con ayuda de una pinza de disección.

Separador neumático. El objetivo del equipo utilizado fue para separar semillas vanas y basura del material genético.

Localización del área de estudio. El experimento se realizó durante el período de Febrero a mayo de 2015, en el laboratorio de Semillas del Departamento de Fitotecnia, en la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en el municipio de Texcoco, México.

Diseño experimental: Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con un factorial completo, contando con 20 tratamientos con 4 repeticiones de 25 semillas por cada una.

Preparación de concentraciones: Se preparó ácido sulfúrico con 100 % de pureza, -en concentraciones de (0, 20, 40, 60 y 80 %) diluidos con agua destilada.

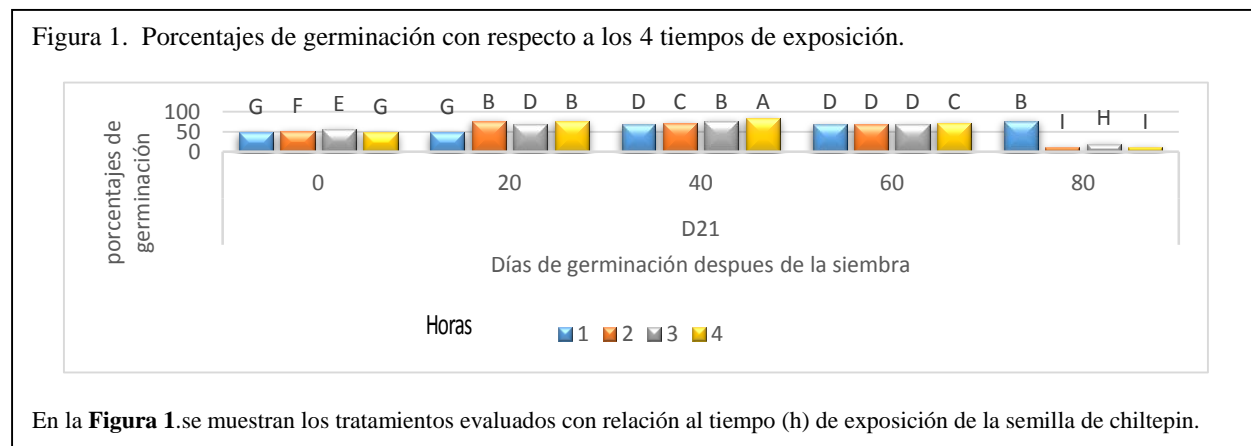
Colocación de semillas: Se colocaron 100 semillas en un frasco de vidrio por tratamiento.

Exposición de la semilla con el ácido: Después de tener lista la semilla en el frasco se procedió a agregarle la concentración diluida para cada respectivo tratamiento durante el período requerido del experimento.

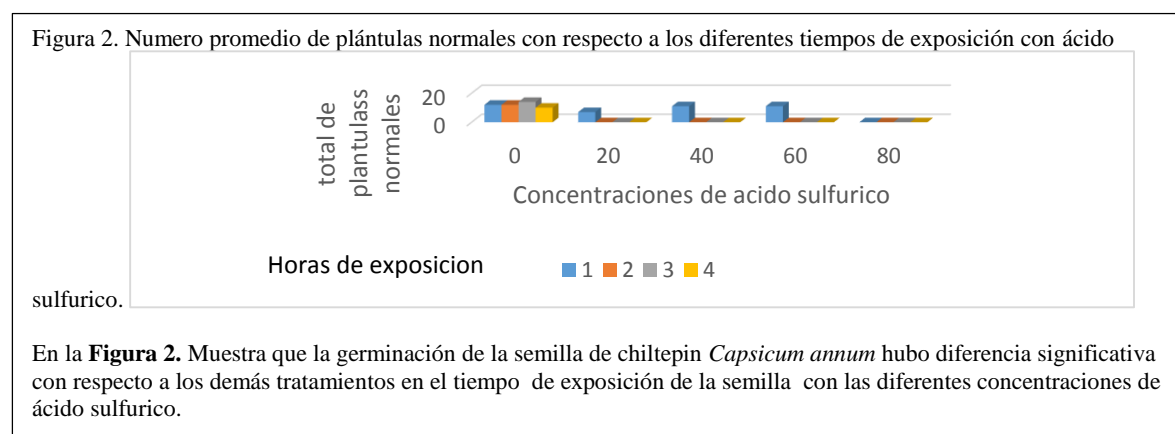
Prueba de germinación: Para la prueba de germinación se acondicionaron cajas petri con papel filtro

adentro. La caja se humedeció con un fungicida comercial llamado Captan con 2g/L. Después se realizó la siembra de la semilla en las cajas petri y por último se rotularon y se colocaron en una cámara germinadora.

Resultados y Discusión. En este apartado se presentan los resultados obtenidos en esta investigación así como su discusión de resultados del experimento realizado de la escarificación de semillas de chiltepin *Capsicum annum L.* con H₂SO₄.



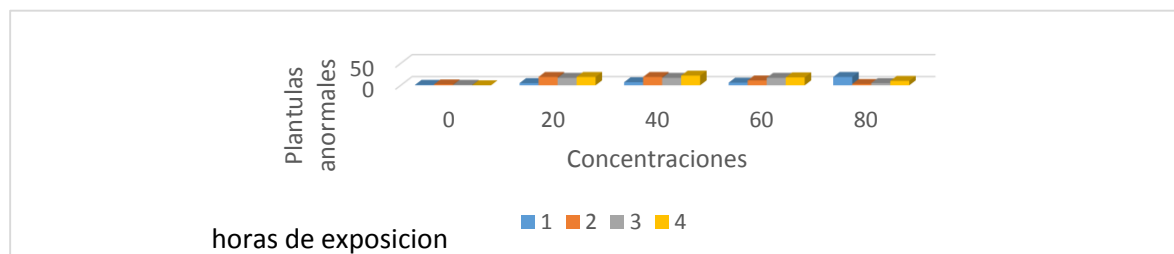
En la figura 1. Se observa que en la concentración 0 (testigo) hubo una germinación al 48 % en la hora 1 y 52 % en la hora 2 y en la hora 3 un 56 % y por último en la hora 4 un 51% de germinación de semillas de chiltepin. En la concentración al 20% el comportamiento de germinación es alta ya que en la hora 1 tuvo un 51 %, en la hora 2 un 78%, en la hora 3 el 68 % y por último la hora 4 con el mismo porcentaje de la hora 2; la concentración 40% presentó una germinación exponencial en los cuatro tiempos; en la hora 1 con 68%, hora 2 con 72%, en la hora 3 con un 76% y por último en la hora 4 con 84% de germinación. Prosiguiendo con la concentración al 60% en la hora 1, 2 y 3 tienen las mismas germinaciones con un 69% y en la hora 4 con un 72 %; por último en la concentración al 80% en la hora 1 con un 75%, en la hora 2 con un 12%, la hora 3 con un 20% y en la hora 4 con 12 % de germinación. Observando claramente la concentración 40% a 4 horas obtuvo un 84 % de germinación y el testigo un 52 %. Por otra parte la concentración 20 % tuvo muy buenos resultados con un 78% de germinación a 2 y 4 horas de exposición.



Se observó que el mayor índice de plántulas normales fue en la concentración 0 (testigo) en la hora 3 y siendo la mejor de todos los tratamientos. La observación de los resultados se aclara que el ácido sulfúrico es un acelerador en la germinación en las semillas de chiltepin y modificando los tratamientos en concentraciones mínimas y con tiempo de exposición menor a 1 hora para obtener mejores resultados en, los tratamientos mayores a los del testigo. El H₂SO₄ el método químico más utilizado en semillas de

diferentes especies, porque disuelve, agrieta y debilita las cubiertas seminales, lo cual permite la entrada de agua e intercambio de gases, facilita la expansión del embrión y la salida de la radícula pero tratadas por un periodo de tiempo de 10 a 15 minutos (Rubén *et al*, 2012).

Figura 3. Numero promedio de plántulas anormales con relación al tiempo (H) y concentración.



En la **Figura 3**. Muestran el número promedio de plántulas anormales de chiltepin que se obtuvieron en los resultados.

Estadísticamente se obtuvieron resultados diferentes en todos los tratamientos evaluados ya que en la concentración al 40 % a 4 horas con mayor número de plantas anormales siguiendo la de 20 % 4 y 3 horas y con la mínima cantidad de plántulas anormales la del testigo.

En las concentraciones con ácido sulfúrico de 20, 40, 60 y 80% en las horas 2,3,4 se manifestó más las plántulas anormales debido a que a mayor concentración de ácido sulfúrico y mayor tiempos de exposición se obtiene más plántulas anormales ya que al estar en contacto la semilla con el ácido afecta celularmente al embrión causándoles que después de que surja la radícula esta no crezca normal y no pueda crecer y desarrollarse bien aun en condiciones controladas, a mayor concentración y tiempo con ácido sulfúrico obtienen una gran germinación, obteniéndose plántulas con malformaciones (Amen, 1968).

Conclusión

Se encontró que la mejor concentración y tiempos de exposición fue la de 20 % a 1 hora con mayor número de semillas germinadas, pero obteniendo mayor cantidad de plántulas anormales; con respecto al testigo se tuvo una mínima germinación y emergencia pero mayor cantidad de plántulas normales.

Recomendaciones

Dentro de los aspectos a considerar para poder acelerar la germinación semillas de chiltepin utilizando ácido sulfúrico se deben modificar los tiempos de exposición menores a 1 hora y también disminuir las concentraciones de la escarificación (menores al 20%).

Citas bibliográficas

Amen, R.D., 1968. A model of seed dormancy. Bot. Rev. 34:1-31

Rubén, M.; Saúl, D.2012. Curso de post-grado. Universidad de la Empresa y Facultad de Ciencias Agrarias.pp:18-35p.

Rodríguez, B.L., Ramírez, M. M. y Pozo, C. O.2003.Tecnología de Producción de Chile Piquín en el Noreste de México INIFAP-CIRNE,Campo experimental Rio Bravo Técnico Num.5,Tamaulipas,Mexico, pp.1-13.

APORTE NUTRICIONAL DEL HIGO (*Ficus carica* L)

Rodríguez Ortega Leodan Tadeo¹, Pro Martínez Arturo², Vargas Galicia J. Artemio², Nieto Aquino Rafael¹, Valencia Lazcano Anai Alicia³, Vargas Monter Jorge¹, Aguilar López Pedro¹, Navarrete Reyes Juan Diego¹, Rodríguez Ortega Alejandro^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México..²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230, México, ³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Ave. IPN 2508, San Pedro Zacatenco 07360, Ciudad de México, México
Autor de correspondencia: arodriguez@upfim.edu.mx

Introducción

La higuera (*Ficus carica* L.) es un árbol perene de hoja caduca perteneciente a la familia Moráceas, es uno de los primeros arboles cultivados en el mundo (Gaalichea *et al.*, 2011). El fruto se puede comer fresco, seco o utilizado como mermelada, son una excelente fuente de minerales, vitaminas y antioxidantes (Turan y Celik, 2016). La higuera fue introducida en México en 1683 por misioneros franciscanos españoles que plantaron higos negros fuera de las iglesias en los estados de Hidalgo, Guanajuato, Morelos, San Luis Potosí y Zacatecas (García-Ruíz *et al.*, 2013). Actualmente, las higueras crecen en todos los estados de México. Los frutos de la higuera, higo, es en realidad una infrutescencia o conjunto de frutos pequeños (aquenios), que se encuentran englobados en un receptáculo carnoso o sicono (Figura 1) en cuyo interior se encuentran las flores (González-Rodríguez y Grajal-Martín, 2011). El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento del aporte nutricional del fruto de higo.



Figura 1. Frutos de higo (*F. carica* L.).

F. carica L. es una especie diploide gynodioecious con 26 cromosomas, las higueras pueden presentar flores hermafroditas o femeninas en plantas separadas. Esta característica es importante para distinguir los tipos de higos y cultivares (García-Ruíz *et al.*, 2013). Las flores son muy pequeñas situadas en el interior del sicono (Figura 2). La flor femenina posee un ovario unilocular con un estigma de color rosado o blanquecino. La flor masculina no existe en todas las higueras (González-Rodríguez y Grajal-Martín, 2011).



Figura 2. Flores femeninas y masculinas en el interior del sicono de *F. carica* L.

Cultivo y época de cosecha

El cultivo de higuera se encuentra distribuido desde las regiones de clima templado hasta algunas regiones tropicales y subtropicales, su rusticidad ha permitido su cultivo en la mayor parte de los suelos, desde los frescos, ricos y permeables donde tienen su mejor desarrollo hasta los pedregosos, áridos y poco profundo (González-Rodríguez y Grajal-Martín, 2011).

En Epazoyucan Hidalgo, México la maduración de los frutos comienza a partir de julio y puede durar hasta octubre. Sin embargo, es probable que el patrón de crecimiento varíe dependiendo del cultivar, ubicación, temperatura y época del año.

Carbohidratos en el fruto

El contenido de azúcares depende de la variedad y del estado de madurez del fruto. Souza *et al.* (2013) mencionan que los frutos presentan mayor concentración de glucosa que fructosa, observaron que el contenido glucosa se encuentra entre 5.25 y 7.20 g/100 g de tejido fresco, mientras que la fructosa se encuentra entre 3.55 y 4.93 g/100 g de tejido.

Actividad antioxidante del fruto

Un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano (vitaminas E y C, fenoles, selenio, entre otros), su objetivo es prevenir el daño oxidativo en las células por efecto de los radicales libres (Delgado *et al.*, 2010). Solomon *et al.* (2006) mencionan que cuanto mayor es el contenido de fenoles (antocianinas) en el higo, mayor es su actividad antioxidante. Vinson *et al.* (2005) observaron que cuatro horas después del consumo de higo se elevó significativamente la capacidad antioxidante en el plasma. Turan y Celik, (2016) reportaron que el consumo de frutos de higo seco disminuyó el daño oxidativo en el hígado de ratas.

Hojas

Las hojas son grandes verdes brillantes por el haz y grises ásperas por el envés, con diferentes formas, generalmente con tres o cinco lóbulos (Figura 3), sin embargo, algunas variedades no los presentan (Sala, 1976). Contienen tricomas (pubescencia) que pueden ser un irritante para la piel. Las hojas son particularmente ásperas en la superficie superior (Piedra-Malagón *et al.*, 2006).



Figura 3. Hojas con cinco lóbulos de *F carica* L.

Actividad antioxidante de las hojas

Los ácidos fenólicos o compuestos fenólicos son producto del metabolismo de las plantas, biosintetizados a través de la ruta del ácido sikimico o de la ruta del ácido malónico, son hidrosolubles y participan como antioxidantes (Avalos y Pérez-Urria, 2009). Oliveira *et al.* (2006) reportaron que las hojas de higo presentaron mayor poder antioxidante que la pulpa del fruto (Figura 4), ocasionado por el mayor contenido de compuestos fenólicos como: 5-O-ácido cafeoilquínico, ácido ferúlico, quercetina 3-O-glucosido, quercetina 3-O-rutinosida, psoraleno y bergapten (Cuadro 1). Alarcón *et al.* (2000) mencionan que el psoraleno es utilizado eficazmente en el tratamiento de despigmentación de la piel (psoriasis y vitíligo).

Cuadro 1. Composición fenólica de *F. carica* L de la variedad Pingo de mel (mg/kg de extracto liofilizado).

Compuesto fenólico	mg/kg de extracto liofilizado	
	Pulpa	Hojas
5-O-ácido cafeoilquínico	32.9±23.2	1158.8±7.4
Ácido ferúlico	-	11983.8±241.5
Quercetina 3-O-glucosido	nc	1633.9±11.9
Quercetina 3-O-rutinosida	nc	14585.8±1164.9
Psoraleno	3.7±0.5	3774.7±237.7
Bergapten	nc	1336.7±78.7

Datos tomados de Oliveira *et al.*, 2006, nc= no cuantificado.



Figura 4. Pulpa de higo (*F. carica* L).

Las hojas se caracterizan por su mayor concentración de ácidos orgánicos en contraste con la pulpa de los frutos (Cuadro 2). El ácido málico es el compuesto con mayor presencia en hojas y frutos. Este ácido representa el 59 a 90% del total de ácidos orgánicos presentes en hojas y pulpa, mientras que, el ácido cítrico en la pulpa ocupa el 24 a 34% del total.

Cuadro 2. Ácidos orgánicos de *F. carica* L de la variedad Pingo de mel (mg/kg de extracto liofilizado).

Ácido orgánico	Pulpa	Hoja
Oxálico	79.4 ± 1.1	2406.1 ± 16.3
Cítrico	2280.3 ± 80.5	nc
Málico	6851.2 ± 109.9	24171.1 ± 1106.5
Shikímico	80.7 ± 0.1	99.1 ± 0.5
Fumárico	24.2 ± 4.0	81.1 ± 3.9

Datos tomados de Oliveira *et al.*, 2006, nc= no cuantificado.

Oliveira *et al.* (2006) observaron que las hojas presentaron la mayor protección antioxidante contra anión superóxido y óxido nítrico (Cuadro 3). Esto puede ser debido a la mayor cantidad de compuestos fenólicos que ocurren en las hojas (Cuadro 1).

Cuadro 3. Valores obtenidos en el ensayo de actividad antioxidante (µg/mL).

<i>F. carica</i> L variedad Pingo de mel		
	Pulpa	Hoja
·NO	3154.8	63.2
O ₂ ⁻	-	33.0

Datos tomados de Oliveira *et al.* (2006). O₂⁻: anión superóxido, ·NO: Óxido nítrico.

Composición proteica del látex

Barolo *et al.* (2014) reportan que el látex de *F. carica* L. (Figura 5) contiene múltiples formas de enzimas proteolíticas, en las cuales se encuentra la Ficin (EC: 3.4.22.3) o Ficin es una proteasa de sulfhidrilo

inespecífica similar a la papaína. La piel en contacto con el látex puede producir reacciones alérgicas como dermatitis, asma y anafilaxia.



Figura 5. Látex de *F. carica* L.

Conclusión

En esta investigación se concluye que los frutos maduros de higo presentan una mayor concentración de glucosa que fructosa y que a mayor contenido de fenoles como antocianinas es mayor su actividad antioxidante.

Agradecimiento

El autor principal agradece las atenciones y comentarios acertados del Sr. Jorge Rodríguez Ortega responsable del cultivo de higuera bajo invernadero en Epazoyucan, Hidalgo, México.

Literatura citada

Alarcón, H., Gutiérrez B. R. y Graciada O. C. 2000. Vitíligo. Actualidades en el tratamiento. Revista del Centro Dermatológico Pascua (9)3: 177-188.

Ávalos, G. A. y Pérez-Urria C. E. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145.

Barolo, M. I., Ruiz M. N. and López S. N. 2014. *Ficus carica* L. (Moraceae): An ancient source of food and health. Food Chemistry 164 (2014) 119-127.

Delgado, O. L., Betanzos C. G. y Sumaya M. T. 2010. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 50: 10-15.

Gaalichea B., Pierre-Eric L., Mehdi T., Evelyne C. and Messaoud M. 2011. Interactions between vegetative and generative growth and between crop generations in fig tree (*Ficus carica* L.). Scientia Horticulturae 131: 22-28.

García-Ruiz, M.T., Mendoza-Castillo V.M., Valadez-Moctezuma E. and Muratalla-Lúa A. 2013. Initial assessment of natural diversity in Mexican fig landraces. Genetics and Molecular Research 12 (3): 3931-3943.

Golubowicz S, S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z. and Flaishman M. A. 2006. Antioxidant Activities and Anthocyanin Content of Fresh Fruits of Common Fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:7717-7723.

Oliveira P. A., Valentão P., Pereira J. A., Silva B. M, Tavares F. and Andrade P. B. 2009. *Ficus carica* L.: Metabolic and Biological Screening. *Food and Chemical Toxicology* 47: 2841–2846.

Piedra-Malagón, E. M., Ramírez, R. R. y Ibarra-Manríquez G. 2006. El género *Ficus* (Moraceae) en el Estado de Morelos, México. *Acta Botanica Mexicana* 75: 45-75.

Sala, M. F. 1976. El cultivo de la higuera breval. Publicaciones de extensión agraria. Madrid. ISBN84-341-0107-6. 20 pág.

Souza, M., Jemni, M., Otón, M., Leonel, S. Melgarejo P. y Artes, F. 2013. Caracterización morfológica, química de cuatro variedades de breva. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 14 (1): 48-52.

Turan, A. and I. Celik. 2016. Antioxidant and hepatoprotective properties of dried fig against oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *International Journal of Biological Macromolecules* 91: 554-559.

Vinson, J. A., Zubik L., Bose P., Samman N. and Proch J. 2005. Dried Fruits: Excellent in Vitro and in Vivo Antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition* 4: 44-50.

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR MEDIANTE IMÁGENES DIGITALES UTILIZANDO OPERADORES LÓGICOS PARA SU USO EN VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS.

¹Lara-Viveros Francisco Marcelo, ¹Landero-Valenzuela Nadia, ²Figueroa- Casarrubias Diana Laura, ²Flores-Cruz Karina, ²Jiménez-Ortega Alejandro, ³Callejas- Hernández Judith, ³Ventura-Maza Alejandro.

¹Catedras-Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable. ²Universidad Autónoma de Guerrero.

Autor para correspondencia: landerovn@conacyt.mx

Introducción

El índice de área foliar se define tradicionalmente como la superficie de hojas en relación con la superficie de suelo (Marschner, 1995), este parámetro es indicador del crecimiento y desarrollo de los cultivos y se utiliza como una variable que correlaciona con el contenido de nitrógeno en las hojas. La disminución del área foliar se considera como la primera línea de defensa contra una cantidad de agua insuficiente en el suelo (Taiz & Zeiger, 2010). Adicionalmente, el suelo sombreado muestra una disminución considerable de temperatura en relación con el suelo expuesto directamente a los rayos solares y por consiguiente se disminuye la cantidad de agua que se evapora (Mullan & Reynolds, 2010). Por tales motivos su estimación adecuada es de suma importancia para determinar dosis correctas de fertilización nitrogenada o bien activar sistemas inteligentes de riego en los sistemas agrícolas. Sin embargo, para determinar dicho índice es necesario tomar muestras del follaje y calcular su área por medio de un integrador de área foliar o mediante escáneres controlados por software especializado para dicho fin, lo que ocasiona una pérdida de plantas y de tiempo, lo cual dificulta realizar estudios a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Actualmente se utiliza con éxito el análisis de imágenes como una prueba no destructiva que puede estimar el porcentaje de cobertura de suelo por tejido fotosintéticamente activo (Martínez-Vigueras, et al., 2015), sin embargo es necesario el desarrollo de sistemas para el análisis de imágenes que requieran de poca capacidad de computo con el objetivo de que los análisis puedan realizarse en tiempo real por vehículos aéreos no tripulados en vuelo. El objetivo del presente trabajo es estimar el porcentaje de cobertura del suelo por tejido fotosintéticamente activo por medio de imágenes digitales utilizando operadores booleanos y compararlo con sistemas tradicionales de análisis basados en la visión humana asistida por computadora.

Materiales y Métodos.

Sitio de estudio y adquisición de la imagen.

Se utilizó una parcela comercial de frijol que se encuentra establecida en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Las plantas se encontraban en la etapa de llenado de fruto en el momento de iniciar con el estudio. La parcela midió 104 m de largo y 40.9 m de ancho. Sobre dicha parcela se tomó una imagen de 3318 X 1312 píxeles, con una cámara de 18 megapíxeles que estaba montada sobre un vehículo aéreo no tripulado, ambos equipos de marca DJI®. El vehículo fue elevado a una altura de 40 m sobre la superficie del suelo, utilizando los sensores de abordaje y se tomaron imágenes digitales. Una de las cuales fue seleccionada para el presente trabajo. En la imagen utilizada 32 píxeles correspondieron con 1 metro de la parcela. Para su análisis y comparación, la parcela fue seccionada en 25 partes de 262±1 píxeles de largo y 262±1 píxeles de ancho. A cada sección se le asignó un número consecutivo iniciando con la esquina superior izquierda de la imagen. La estimación del porcentaje de suelo cubierto (SC) se realizó en cada sección por separado por el método reportado por (Mullan & Reynolds, 2010) que consiste en seleccionar manualmente los píxeles correspondientes al verde utilizando el programa Photoshop CS5® y reemplazarlos con valores de R=256, G=256, B=256 del sistema RGB, mientras que los píxeles restantes se reemplazan

con valores de R=1, G=1, B=1 del mismo sistema de color. El porcentaje de suelo cubierto se estima mediante la fórmula: $PS=PG/256$; Donde PG=Valores en RGB de pixeles blancos en relación con negros. Dicho método fue utilizado como testigo debido a que ha sido ampliamente reportado en la literatura. Por otro lado, utilizando las mismas secciones, se realizó una descomposición de la imagen en sus canales RGB y la matriz correspondiente al G (verde) fue escalada a valores de 0 a 1 y se seleccionaron los valores de verde que tuvieran un valor mayor o igual a 0.5, a dichos pixeles se les asignó un valor lógico de verdadero y a los pixeles restantes un valor lógico de falso. El porcentaje de suelo cubierto fue estimado por la fórmula $PS= (PxV*100)/PxT$; Donde PxV=Pixeles que cumplen con la condición de “verdadero” y PxT=Pixeles totales de la imagen de la sección correspondiente. Con los resultados de ambos métodos de estimación del SC, se construyó dos matrices de 5X5 en donde cada cuadrante correspondió a una sección. El análisis de la imagen se realizó con la ayuda del software Matlab R2017a® y el análisis estadístico de los datos mediante Microsoft Excel 2013®.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que los datos para la estimación del SC resultan aproximados (Figura 1). En este caso el coeficiente de determinación fue menor a lo reportado en otros trabajos (Cerón Hernández, et al., 2015), lo anterior puede deberse a que en general el método testigo se basa en la selección manual de los diferentes valores de RGB que corresponden al color verde y al depender de una visión humana existe el riesgo de omitir pixeles.

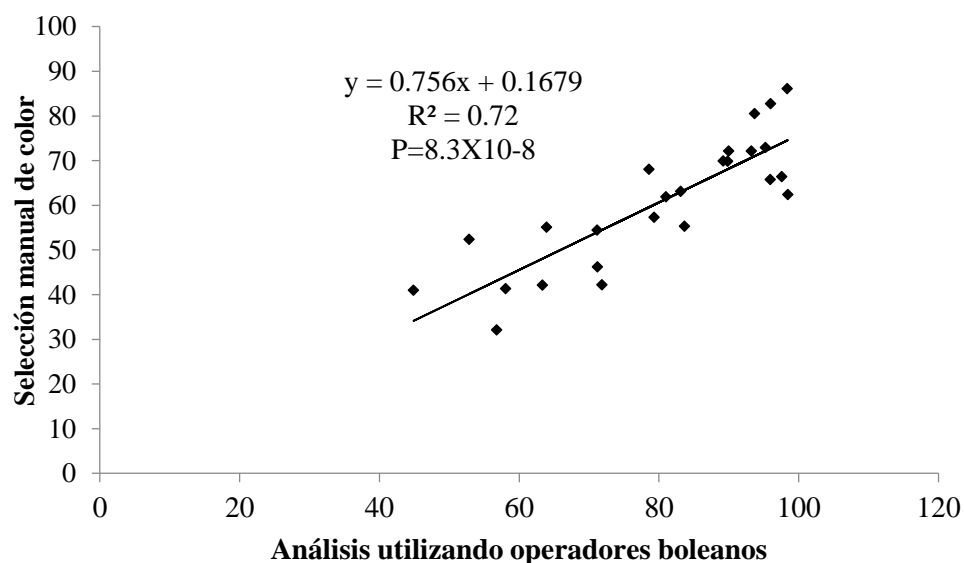


Figura 1. Análisis de regresión entre dos métodos para la estimación del porcentaje de Cobertura de Suelo con Tejido Fotosintéticamente activo. Un método basado en la selección manual de los pixeles correspondientes al verde en el sistema RGB y el otro utilizando operadores booleanos.

Por otro lado el uso de operadores booleanos en el análisis de imagen implica que dichos análisis se puedan hacer en tiempo real, lo que supone que podrían realizarse aún cuando el vehículo aéreo no tripulado responsable de la obtención de la imagen se encuentre en el aire, con la confianza de que los resultados pueden ser tan precisos como los obtenidos por los métodos manuales.

Lo anterior es de utilidad para emitir recomendaciones relacionadas con el manejo de los sistemas agrícolas *in situ*.

Con las matrices de datos generadas fue posible construir gráficas tridimensionales que muestran el comportamiento del porcentaje de suelo cubierto en la parcela bajo estudio. Ambos modelos muestran similitudes importantes (Figura 2).

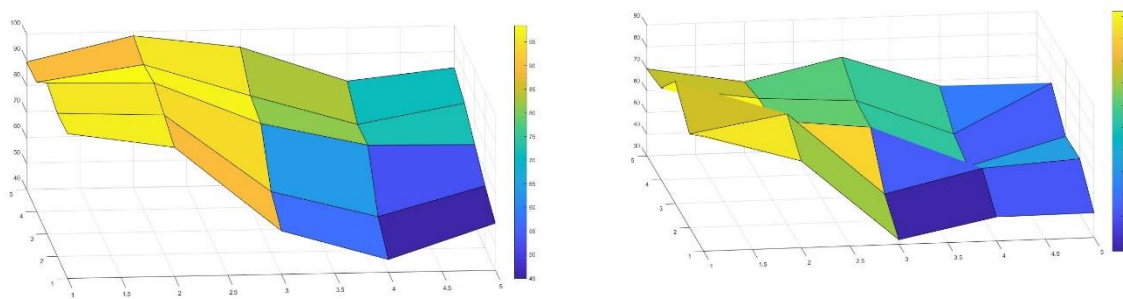


Figura 2. Comportamiento del porcentaje de cobertura de suelo por tejido fotosintéticamente activo estimado por dos métodos (A) gráfico de la izquierda. Porcentaje de cobertura de suelo estimado por selección de colores verdes manualmente y (B) gráfico de la derecha. Porcentaje de cobertura de suelo por análisis de imágenes utilizando operadores boléanos.

Los gráficos que se originan a partir de matrices pertenecientes a imágenes analizadas mediante criterios lógicos, muestran un comportamiento más congruente con lo observado en campo, lo cual posibilita su uso en múltiples aplicaciones en sistemas agrícolas de precisión.

Por otro lado, la información en matrices lógicas puede ser transmitida y procesada por equipos con bajo poder de cómputo, lo cual permite la posibilidad de tomar imágenes por medio de vehículos aéreos no tripulados, analizarlas y enviar la información para su procesamiento en tierra. Lo cual permite la generación de decisiones en tiempo real y su envío a equipos de control de agua y/o riego.

Bibliografía

Cerón Hernández, A. y otros, 2015. *Comparación de dos métodos para obtener el índice de área foliar en cultivos mediante análisis de imágenes obtenidas mediante vehículos aéreos no tripulados*. 2 ed. :UPFIM. 180 p.

Marschner, H., 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2 ed. San Diego(California): Academic Press 670 p.

Martínez-Vigueras, H. y otros, 2015. *Desarrollo de software para obtener el porcentaje de cobertura de suelo a partir de imágenes obtenidas de vehículos aéreos no tripulados*. 2 ed.:UPFIM. 180 p.

Mullan, D. J. & Reynolds, M. P., 2010. Quantifying genetics effects of ground cover and soil water evaporation using digital imaging. *Functional plant biology*, Volumen 37, pp. 703-712.

Taiz, L. & Zeiger, E., 2010. *Plant Physiology*. 5 ed.:Sinauer Associates.623 p.

FERTILIZANTE ORGÁNICO ELABORADO CON LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) APLICADO EN CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)

Hernández-Castro Jesús Antonio¹, Urias-Ruelas Julio Yamil¹

¹Universidad Politécnica del Valle del Évora, Angostura Sinaloa.

Autor para correspondencia: 150050038@upve.edu.mx, julio.urias@upve.edu.mx

Introducción

En la actualidad, el uso excesivo de los agroquímicos en la agricultura, genera grandes inversiones en el establecimiento de los distintos cultivos, además de poner en riesgo la salud de los consumidores y del medio ambiente por la alta toxicidad de los productos utilizados. El sustituir los fertilizantes y pesticidas químicos por productos orgánicos en la producción agrícola mejorará la calidad, rendimiento de los productos y economía de los productores.

En Sinaloa, concretamente en la región del Valle del Évora se cuenta con muchos desperdicios de frutas y vegetales debido a la sobre producción de temporada y a las mermas en la producción hortícola, los cuales pueden ser aprovechados en la obtención de un producto útil para ayudar en la recuperación del suelo y el desarrollo de los cultivos, por estas razones, es necesario someterlos a un tratamiento de compostaje, con el cual se pueda reducir el riesgo de contaminación, y al mismo tiempo se pueda obtener un producto 100% orgánico útil en la agricultura (Rodríguez-Salinas, Córdova y Vázquez, 2006) (citado por Vega, 2015).

El proceso de compostaje es una opción para el tratamiento de residuos, donde el material orgánico libre de sustancias químicas (desechos de cocina, mermas de frutas y hortalizas, o industria de alimentos), es sometido a una degradación bioquímica, la cual provoca cambios físicos en dicho material, dando como resultado un material con altos niveles de nutrientes que ayudan a enriquecer las propiedades del suelo y favorecen el desarrollo de las plantas (O’Ryan-Herrera y Riffo-Prado, 2007).

La producción de fertilizantes orgánicos es un tema con baja aceptación por los productores agrícolas, debido a la falta de resultados rápidos, los productores prefieren seguir utilizando productos químicos tradicionales para buscar el mejoramiento de sus rendimientos sin tomar en cuenta que son más caros y afectan a su economía, por otra parte, estos productos degradan los suelos de cultivo y dañan a la biodiversidad de la región en que son utilizados.

El objetivo de esta investigación es evaluar el rendimiento de maíz blanco en el ciclo otoño-invierno (OI) 2017, aplicando fertilizante orgánico elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en sustitución de fertilizante químico.

Materiales y métodos

Localización de área de estudio.

El presente trabajo se realizó en la región del Valle del Évora, específicamente en el poblado Leopoldo Sánchez Celis, en el municipio de Angostura, Sinaloa, México.

Metodología.

Se elaboró fertilizante orgánico a base de mezcla A compuesta por estiércol recogido de corrales, y desechos de frutas y hortalizas de los mercados locales, utilizando lombriz roja californiana como productor de dicho fertilizante. Se aplicó una dosis de 48 L.ha⁻¹ de lixiviado a un cultivo de 10 ha. de maíz (4050 Dekalb) en el ciclo OI durante su producción, aplicándolo mediante fertirrigación en cada auxilio, en sustitución de 45 k.ha⁻¹ amoniaco (NH₃) y 30 k.ha⁻¹ de fertilizante químico granulado “triple 16”. Se realizó un muestreo aleatorio simple de medias para el rendimiento de maíz blanco en el cultivo de 10 hectáreas, se evaluó el

rendimiento por hectárea y se comparó con los rendimientos obtenidos en el ciclo anterior bajo las mismas condiciones.

Resultados y Discusión

Mediante el análisis con la metodología utilizada, se obtuvieron los siguientes promedios: 11.976 T/ha del cultivo que recibió solo fertilizante orgánico, mientras que el cultivo con fertilizante sintético registró una producción de 9.75 T/ha. Cabe mencionar que las condiciones para ambos cultivos fueron similares, ya que en las temporadas de siembra no se registraron siniestros ni alteraciones climáticas que pudieran ser objeto de variables de confusión en el rendimiento, por lo cual los resultados son atribuibles a los tratamientos (sustitución en los fertilizantes).

El rendimiento del cultivo de maíz al cual se le aplicó solamente fertilizante orgánico es superior en un 22.83%, al cultivo de maíz que recibió fertilizantes químicos, este aumento en la producción indica que es factible utilizar fertilizantes orgánicos en la producción agrícola para mejorar los rendimientos de producción, ayudar en la economía del agricultor y mejorar las condiciones del suelo, ya que los fertilizantes orgánicos pueden ser fabricados en casa, siendo una opción de mejoramiento y ahorro en cuanto a gastos por parte del productor, además de evitar los daños al medio ambiente por parte de los agentes tóxicos contenidos en los productos químicos o sintéticos que quedan dispersos en el medio ambiente.

Conclusiones

Los fertilizantes químicos y en general, los insumos agrícolas, aumentan la productividad agrícola en los primeros años que se usan, sin embargo, se sabe que la productividad no se sostiene por mucho tiempo. El uso de fertilizantes inorgánicos a nivel mundial, aumenta año tras año a la par de su costo. Hace 30 años, México producía los fertilizantes químicos que usaba, sin embargo, ahora se importan más de la mitad del total consumido. Por eso se propone la producción y comercialización de fertilizantes orgánicos para el aumento de rendimientos, disminución de costos de producción y disminuir el daño ambiental como una solución a esta problemática. En el estado de Sinaloa se cuenta con desperdicios vegetales que pueden ser aprovechados para producir un fertilizante orgánico que sea aplicable en la producción agrícola, ahorrando dinero para hacer económicamente más factible la producción, además mejorar la calidad y rendimiento de los productos como granos y hortalizas, ayudando al suelo a recuperar sus condiciones óptimas de nutrientes sin dañar su biodiversidad.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación se realizó gracias a la Universidad Politécnica del Valle del Évora, al apoyo de los mercados locales que brindaron la materia prima, y al Sr. Jesús Hernández Verdugo por la disponibilidad de su cultivo.

Bibliografía

- O'Ryan-Herrera y Riffo-Prado (2007). El compostaje y su utilización en la agricultura. Santiago, Chile. 36 pp.
- Rodríguez Salinas y Córdova y Vázquez (2006). Manual de compostaje municipal. 1ª. Edición. México. 102 pp.
- Vega G. K. V. (2015). Elaboración de composta a partir de residuos de pescado, utilizando el método de pilas con aireación mecánica. Tesis de Maestría, aprobada por la coordinación del aseguramiento de la calidad y aprovechamiento de recursos naturales. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

OPO SQUASH (*Lagenaria siceraria*), COMO CULTIVO ALTERNATIVO EN EL VALLE DEL ÉVORA

¹López-González Felizardo¹, Mejía-Bojórquez Jorge Manuel

¹Universidad Politécnica del Valle del Évora, Angostura Sinaloa.

Autor para correspondencia: 160060106@upve.edu.mx, jorge.mejia@upve.edu.mx

Introducción

La familia Cucurbitaceae conforma un importante grupo de plantas, mayormente tropicales, con 90 a 130 géneros y 750 a 1300 especies, muchas de ellas muy comunes y ampliamente utilizadas en la alimentación. (Delgado, Rojas, Sencie y Vásquez, 2001).

En México, está ampliamente representada, tanto por especies silvestres como cultivadas, las cuales constituyen una parte importante de la dieta básica tanto en las grandes ciudades como en muchas regiones habitadas por población indígena. Incluso, ha sido considerado como uno de los posibles centros de origen de importantes especies domesticadas (por ejemplo, *Sechium edule*, *Cucurbita pepo* L. y *C. argyrosperma*), (Lira y Rodríguez, 2006).

En México se manifiesta con 141 especies y taxa infraespecíficos, pertenecientes a 38 géneros de sus dos subfamilias (*Cucurbitoidae* y *Zanonioideae*). Para la zona de estudio se reconocen 16 géneros, los cuales a su vez incluyen a 37 especies silvestres. Es una familia con varios componentes de gran importancia económica y cultural, pues muchos son plantas domesticadas utilizadas con fines alimenticios o de otro tipo (Lira, 2001).

El Estado de Sinaloa cuenta con una superficie cultivada de 300,000 ha, de las cuales se siembran en promedio 7,055 ha de cucurbitáceas [calabacita (*Cucurbita pepo* L.), melón (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y sandía *Citrillus lanatus* (Thumb)] (González y García, 2012).

Uno de los géneros pertenecientes a la familia cucurbitácea es *Lagenaria*, el cual contiene seis especies entre las que se encuentra la calabaza de botella (*Lagenaria siceraria*), es una planta trepadora anual de tallos cilíndricos y angulosos, cubiertos de pelos de olor característico (León, 2000).

El Opo squash es una variedad de *Lagenaria Siceraria*, es una calabaza de botella cilíndrica de sabor dulce cuando se cosecha temprana. Los frutos tienen una piel lisa verde, luz, y maduran a alrededor de 70 y 75 días, (Kitazawa Seed Company, 2004).

De acuerdo con información generada por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, organismo dependiente de SAGARPA, en el año 2016, Sinaloa cultivó 1 millón 268 mil 062 hectáreas, el cultivo de Hortalizas ocupó 69 mil 446 hectáreas que representó el 5.48% del total; los Granos 941 mil 365 hectáreas, el 74.24%; Oleaginosas 110 mil 887 hectáreas, el 8.74%; Caña de Azúcar 7 mil 134 hectáreas, el 0.56%; Frutas 40 mil 569 hectáreas, el 3.20% y otros Cultivos 98 mil 661 hectáreas, el 7.78% (Amarillas, 2017).

La inclinación a los cultivos de granos hace que el mercado se sature, lo cual trae como consecuencias los bajos precios para estos. La rotación de cultivos además de permitir mejores opciones en lo económico, ayuda a mejor manejo y cuidado de los terrenos.

Las personas del Valle del Évora podrán mejorar su economía al implementar la estrategia de este u otro cultivo alternativo, pero no solo ellos, las personas que radican en lugares con las condiciones climatológicas y de terreno similar a la zona antes mencionada podrán imitar estas estrategias.

Materiales y métodos

Localización de área de estudio.

El presente trabajo se realizó en la región del Valle del Évora, específicamente en el ejido Valentín Gómez Farías, en el municipio de Angostura, Sinaloa, México.

Metodología.

Lagenaria se cultiva de forma similar a la calabaza, y tiene una temporada de crecimiento de 90-120 días. Plantarlos ½ pulgada de profundidad en camas levantadas o montículos. Adelgazar las plantas de semillero a una planta cada nueve pies. Las plantas jóvenes prosperarán con riego dos o tres veces a la semana. Los entusiastas de calabaza recomiendan que las plantas o vides se poden cuando están entre 8-10 pies de largo para fomentar la ramificación y la producción de flores. (UF/IFAS, 2015).

Se realizó la siembra de la semilla sobre charolas (200 cavidades) para plántulas. Estas permanecieron dentro de un vivero por un tiempo de 10 días, periodo en el cual cada día ya fuera en la mañana o en la tarde tuvieron un riego durante 10 minutos por el método de aspersión. Se preparó el terreno de 4 hectáreas, donde se trasplanto las plántulas (52 surcos de 400m x 100m a una distancia de 3.6m entre surco y surco). Se utilizó un sistema de riego por goteo con cintilla calibre 6 mil con goteros a distancia de 20 cm entre goteros, cada uno con una presión de agua de 1 litro por hora. Posteriormente, se realizó el trasplante de forma lineal a una distancia de 3 metros entre planta y planta, lo cual arrojó un número de 33 plantas por cada surco (1716 plantas en total). Diariamente, se regó el cultivo por periodos de una hora durante las mañanas para evitar un estrés hídrico. El método de aplicar fertilizantes al cultivo fue el de fertirrigación. Los fertilizantes utilizados fueron fosfonitrato y map, los recipientes que se utilizaron para esta actividad fueron dos tanques con capacidad de almacenamiento de 500 litros. Este proceso se llevó a cabo cada tres días. Las cantidades exactas de los fertilizantes aplicados fueron 150 kilogramos de fosfonitrato (N=31% y P2O5=4%) y 25 kilogramos de MAP (N=12% y F=61%).

Se colocó una estructura para favorecer el crecimiento y buen desarrollo del cultivo, esta consistió en un poste de hierro de largor de 2.5m los cuales se colocaron en cada punta de cada surco, con una profundidad de 0.5m, con una inclinación de 50° (104 postes en total), estos postes tienen como función el soporte. A lo largo de los surcos en forma lineal se colocaron, a 5 metros uno del otro, postes de madera que cuentan con un largor de 2.5m y con profundidad de 0.5 m.

Al terminar la estructura, se montó sobre ella 52 redes mallas de hilo polietileno, redes con un tamaño de 100 metros. La forma de colocarlas fue de manera que se posicionaran en especie de cama en el espacio entre los surcos. Para entrelazarlas entre sí, se utilizó trozos de rafia para matera, para lograrlo se necesitó 20 rollos. A 20 centímetros de cada planta se colocó una vara de madera, las cuales se sujetaron a la línea de alambre correspondiente al surco donde se encontraba. La función de esta vara fue la de ayudar a que la planta lograra llegar a la red maya colocada como techumbre de la estructura. Las actividades de tutoreo se iniciaron un mes después del planteo, al mismo tiempo se inició con el deshoje de la planta. El motivo del deshoje fue que el fruto se marca al hacer contacto con las hojas, tallo, la estructura construida o cualquier objeto, esto le hace perder calidad de exportación. El tutoreo y deshoje se realizó dos veces por semana.

Las taras con el producto recolectado se trasportaban a un empaque mediante camiones doble rodado, en el empaque se colocaba el fruto en largas mesas en donde el personal realizaba la inspección de calidad, colocando dentro de cajas de cartón el fruto aprobado, en estas cajas se colocaba un número aproximado de entre 15 y 20 frutos según su tamaño.

Resultados y Discusión

La primera cosecha se logró 10 días después del deshoje y tutoreo, esta tuvo como resultado de producción la cantidad de entre 15 cajas, 50 libras/caja aproximadamente, las razones fueron que: los frutos no tenían calidad debido a que las plantas no llegaban a posicionarse en plenitud en la red malla y de esa forma lograr que el fruto creciera en total libertad de espacio, además que el número de plantas que estaban produciendo aun no era representativo.

A partir de esa fecha se mantuvo una cosecha constante de cada 3er día, la segunda cosecha arrojó como números de producción la cantidad de 25 cajas, la tercer cosecha fue de 40 cajas, las cuarta cosecha dio números de 65 cajas, a partir de la quinta cosecha el número de cajas en producción variaban entre las 80 y un poco más de 100.

La producción obtenida se exportaba a Los Ángeles California, una empresa localizada en el sitio antes mencionado facilitaba el traslado del producto por medio de tráiler. Los precios por el producto no eran algo estable más sin embargo oscilaban entre los 80 y 100 dólares la caja con fruta.

Se debe estimular las plantas para que produzcan, primer corte 10, 15 cajas.

Conclusiones

En la agricultura, los cultivos alternativos se están implementando a partir del cambio que se genera por el proceso de globalización, más sin embargo el proceso de adoptar cultivos diferentes a los tradicionales ha sido un poco lento ya que las personas al desconocer las características y no tener conocimientos concretos sobre las condiciones necesarias para llevar a cabo con éxito esta actividad deciden no arriesgar.

Los cultivos alternativos son una forma de preservar la vida de los diferentes cultivos presentes en nuestra región. Estos no solamente evitan la concentración de plagas en un solo cultivo, sino que también proporcionan oportunidades de trabajo, con el fin de ayudar a mejorar, no solo la calidad de vida de quienes trabajan en ellos, sino también las personas que se ven beneficiadas indirectamente, como lo son los consumidores.

Bibliografía

Amarillas, C. Reporte sobre la agricultura en Sinaloa al año 2016. (2017). Recuperado de <http://sinaloaennumeros.com/reportesobre-la-agricultura-en-sinaloa-al-ano-2016/>.

Delgado. G., Rojas. C., Sencie. A. y Vásquez. L. Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú (2014). Recuperado de <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/37-1/1a.pdf>.

González, Maldonado, M., B. y García, Gutiérrez, C. Uso de biorracionales para el control de plagas de hortalizas en el norte de Sinaloa (2012). Recuperado de <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25baticulosPDF/4%20GONZALEZ-MALDONADO.pdf>.

Kitazawa Seed Company. Long Opo - Long Upo (2004). Recuperado de http://www.kitazawaseed.com/seed_297-36.html.

León, J. Botánica de los cultivos tropicales. (2000). Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA161&lpg=PA161&dq=lagenaria+siceraria&source=bl&ots=_efAGiZsYG&sig=E2ChL2A9AsCvqcJSIFJ06ZAf4ek&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiHi-GNpOvUAhVDKCYKHW1rAa04ChDoAQg9MAG#v=onepage&q=lagenaria%20siceraria&f=false.

Lira, Saade. R. Flora del bajío y de regiones adyacentes (2001). Recuperado de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/FLOBA/Flora%2092.pdf>.

Lira Saade, R y I. Rodríguez Arévalo. (2006). Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CatIDS002.pdf>.

UF/IFAS. Lagenaria (Botella) Calabazas. (2015). Recuperado de <http://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/ornamentals/bottle-gourds.html>.

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO EN LA PLATAFORMA EXPERIMENTAL DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

¹*Callejas Hernández Judith, ¹Hernández Barrera Georgina, ¹Martínez Viguera Héctor, ¹González García María Guadalupe, ¹Michel Castro Francisco Javier, ¹Trejo Francisco Ismael, ¹López Azuaro Luis Enrique, ¹Ponce Lira Brenda

¹Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable, Ingeniería en Agrotecnología; Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Carr. Tepatepec- San Juan Tepa Km. 1.5, Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo, México. CP 42660;

*Autor para correspondencia: jcallejas@upfim.edu.mx

Introducción

Existe una gran cantidad de problemas en la población rural y su ambiente, muchos de ellos están relacionados con el manejo de los recursos de agua y tierras. Los problemas ambientales involucran la degradación de la tierra, la destrucción de los hábitats terrestres y acuáticos así como la pérdida de biodiversidad. Problemática asociada al incremento desmedido de la población humana que se ha dado en los últimos años. Mientras la población continúe creciendo, la disponibilidad de recursos no renovables por persona declinará claramente. Las plantas constituyen la fuente primaria de alimentos para el ser humano y los animales. En el mundo se aplican distintos sistemas de producción agrícola, tales como los sistemas intensivos de cultivos, donde el suelo es frecuentemente considerado sólo como un sustrato que proporciona apoyo físico, agua y nutrientes a las plantas aunque no los suficientes. Una de las estrategias de la labranza intensiva es el suministro de insumos externos para incrementar la fertilidad del suelo y rendimiento de la cosecha. Y como consecuencia de ello se observa contaminación del suelo y agua por el uso excesivo de agroquímicos, así como el incremento de la erosión. Por el contrario, la labranza de Conservación, diferente a los métodos convencionales es presentada como una alternativa de manejo productivo del suelo que promueve la sustentabilidad. Sus principales ventajas son: aumentar el contenido de materia orgánica en la superficie del suelo, coadyuvar a la estabilidad estructural, incrementar la retención de agua y reducir el escurrimiento y producción de sedimentos. Al alcanzar estas mejoras en el suelo se reducen los problemas de erosión, se revierte paulatinamente el declive de la fertilidad de los suelos, con lo que se promueven mejoras en el nivel de vida de la población rural y al mismo tiempo se restaura el ambiente en los países en desarrollo (Gregorich y Carter, 1997; Velázquez *et al.*, 2011). Los beneficios de esta práctica sobre la reducción de la erosión del suelo, reducción del escurrimiento y aumento de la infiltración de agua y el incremento de la materia orgánica, están ampliamente documentados (Fabrizzi *et al.*, 2005; Hemmat y Eskandari, 2006). Para evaluar los efectos de la Agricultura de Conservación (AC), se realizó una caracterización físicoquímica del suelo por cada tratamiento establecido en la Plataforma Experimental AC; ubicada en la Universidad Politécnica de Francisco I Madero (UPFIM) al final del ciclo 2015.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la plataforma experimental de la UPFIM, ubicada en carretera Tepatepec-San Juan Tepa, Km. 2, Francisco I. Madero, Hidalgo, a 20° 13'20.45"N y 99°5'28.82"W. El diseño en la parcela consta de cuatro tratamientos completamente al azar con dos repeticiones. El experimento se inició en el año 2012, por lo que los resultados reportados corresponden al tercer año de ser establecido. Dentro de cada tratamiento se manejan camas o surcos de 0.75m de ancho. Por lo que cada tratamiento mantiene un área total de 444 m² (6 m x 74 m). La plataforma experimental tiene una superficie total de 5920 m². Para las características estudiadas en suelos se consideraron los tratamientos establecidos en el cuadro 1. El trabajar con AC implica conservar los residuos de la cosecha anterior. Durante el ciclo primavera-verano (PV) se trabaja con maíz y al término de la cosecha se incorpora el 50% de los esquilmos del cultivo para determinados tratamientos, mientras que en el ciclo otoño-invierno (OI) se trabaja con un cultivo forrajero (avena), con la finalidad de promover la rotación de cultivos, al llegar el tiempo de cosecha se considera un corte a 15 cm de altura del tallo del cultivo de avena con la finalidad de incorporar parte de este al suelo, esto se repite anualmente. En este estudio se muestran los resultados para el ciclo 2015, al finalizar la trilla de avena (OI). En la AC se pueden combinar los tipos de labranza cero (no hay remoción del suelo) y remoción mínima del suelo. En el cuadro 1 se muestran los tratamientos aplicados, el manejo de residuos y el tipo de labranza.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos establecidos en la plataforma experimental de agricultura de conservación, AC. Fuente: MasAgro, 2012.

Tratamientos	Labranza	Residuos
1. Labranza Convencional en Plano: (LC) Surcos de 75 cm para maíz, cobertura total avena	Tradicional	Sin residuo
2. Agricultura de Conservación en Camas Permanentes angostas (75 cm) (ACC)	Reducida	100% de maíz y 15 cm de avena
3. Agricultura de Conservación en plano: (ACP) Surcos de 75 cm para maíz, cobertura total avena	Cero labranza	100% de maíz y 15 cm avena para cobertura
4. Labranza Convencional en Plano (LCR)	Tradicional	100% Residuo incorporado

Para la caracterización fisicoquímica del suelo se siguió la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana (NOM-021-SEMARNAT-2000), se evaluó la humedad (AS-05), textura (AS-09), densidad aparente (AS-03), pH (AS-02), CE (AS-18), la materia orgánica (AS-07).

Resultados y Discusión

La calidad de un suelo en el contexto agrícola se refiere a la adecuada transferencia de masa y energía, donde se ven involucradas propiedades como el almacenamiento de agua, la disolución de nutrientes y aire. Esto con la única finalidad de maximizar el desarrollo de los cultivos y disminuir su degradación para mantener la estructura del mismo.

La humedad en el suelo es una de las propiedades más importantes puesto que cumple con diversas funciones; satisface los requerimientos de agua en las plantas, es ella quien permite la disolución de los nutrientes presentes en el suelo y que estos sean absorbidos por las raíces. Además de controlar la fluctuación de la temperatura y volumen de aire en el suelo. El tratamiento de Agricultura de Conservación en Camas Permanentes con labranza reducida (ACCP), presentó la humedad más alta, con 16.19%; comparada con el resto de los tratamientos. Posteriormente le sigue el suelo de Labranza Convencional en Plano con rastrojo incorporado (LCR) con 14.74%, después con 14.45% la de Agricultura de Conservación con Camas Permanentes y cero labranza (ACCP) y por último con 13.98% el suelo con Labranza Convencional (LC). Al realizar el análisis estadístico se encontró que no hay diferencia entre los tratamientos aplicados. Sin embargo se observó que incluir residuos vegetales (materia orgánica, MO) en el suelo puede mejorar a largo plazo las características físicas del suelo. Al incorporarse sufre una degradación paulatina con la formación de ácidos húmicos, los cuales tienen “sitios” que permiten retener mayor cantidad de agua, mejorando así la humedad del suelo ligeramente esto al compararse con la humedad en LC ya que se encuentra por debajo de los tratamientos con AC, puesto que no existe incorporación de MO en suelo. La capacidad de retención de agua de un suelo además del contenido de MO está relacionada también con la textura del suelo, en este caso dos de los tratamientos (ACCP y ACP) presentan textura Franco Arcilloso Arenoso, este tipo de textura permite mayor permeabilidad respecto al franco-arcilloso dado que tienen menor cantidad de arcillas y mayor proporción de arenas, al incorporar MO a estos suelos se mejora la capacidad de retención de agua, tal es el caso del suelo de ACCP, que presenta mayor humedad (16.19%), dadas las propiedades de las arcillas y además de que están en una proporción adecuada (~23 %) los suelos tienden a retener agua suficiente. Debido a que el agua del suelo se adhiere a las partículas sólidas del mismo, hay una estrecha relación entre la cantidad de agua que son capaces de retener estas partículas y su composición; Jury y colaboradores (1991) reportan que la capacidad de adsorción de agua de la montmorillonita es mayor que la de la illita y que la de ésta es mayor que la de la caolinita; así mismo, sostienen que se ha observado que las arcillas saturadas con cationes divalentes, retienen más agua que cuando están saturadas con monovalentes, sin embargo en este estudio no se realizó el análisis para la determinación del tipo de arcillas. Otra característica importante es que el agua está disponible para las plantas favoreciendo la asimilación de nutrientes. Al mismo tiempo puede inferirse que el rastrojo incorporado a cada tratamiento va modificando la estructura del suelo a largo plazo permitiendo obtener mayores rendimientos con bajos costos de fertilización, etc., Los otros suelos (LC y LCR) se clasificaron como Franco-Arcilloso, los cuales pueden mejorar sus características físicas al incorporar MO.

Respecto a la Densidad Aparente (D_a) en los suelos se observó que no hay diferencia estadística entre ellos de acuerdo a los resultados. Podría decirse que son suelos minerales ($1.00 - 1.65 \text{ g/cm}^3$), además de que se clasifican como suelos arenosos en dos casos, sin embargo a través de los años la incorporación de materia orgánica puede mejorar esta propiedad y alcanzar valores de 1.00 g/cm^3 o incluso menores, principalmente por la incorporación de residuos o que simplemente se dejan como cubierta del suelo, al mismo tiempo se reduce significativamente el uso de maquinaria y ello mejorara la estructura y porosidad. Tal es el caso de

la LC donde se trabaja de manera tradicional y que tiene una Da semejante al resto de los tratamientos. Esto de acuerdo a la clasificación por la NOM-021-SEMARNAT-2000.

El pH ideal para suelos se encuentra en un intervalo de 6,6 y 7,3; dentro de la neutralidad de acuerdo a la NOM-021-RECENAT-2001, siendo una condición adecuada para una mayor asimilación de nutrientes y desarrollo de las plantas. Para los tratamientos del estudio se encontró que están fuera del intervalo, para LC se obtuvo 7.65 y para ACP 7.38, entre ambos tratamientos no hay diferencia, pero son diferentes con respecto al tratamiento ACCP (8.8) y LCR (8.6). Todos los suelos son medianamente alcalinos, sin embargo se espera que las condiciones de manejo contribuyan a la disminución del pH paulatinamente.

Como se sabe la Conductividad Eléctrica, CE es la medida indirecta de la cantidad de sales presentes en el suelo. En todos los casos, la CE está por debajo de los 2 dS/m², para LC se obtuvo 0.401, ACP 0.0367, en ACCP (0.364), y para LCR (0.466), esto indica que se tiene una salinidad despreciable, es decir, no son suelos salinos, lo que favorece el desarrollo de cualquier cultivo a establecer (López, 2006).

Los resultados en la literatura coinciden al afirmar que el suelo bajo labranza de conservación es un gran almacén de materia orgánica, MO (Almaraz *et al.*, 2000), y que los cambios asociados con el incremento de la materia orgánica pueden observarse después de un periodo transcurrido. La materia orgánica se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados, clasificándose en compuestos húmicos y no húmicos. Los no húmicos presentan aún la estructura física del tejido original (animales o vegetales). Los húmicos son resultado final de la transformación de la materia orgánica (65 y el 75 %). Para que se lleve a cabo la descomposición de la MO influyen factores como la aireación, humedad, la disponibilidad de nutrientes, la composición de los residuos orgánicos y la temperatura que debe de oscilar entre 25 y 40°C. La incorporación de la MO permite mejorar las condiciones del suelo al incrementar la presencia de macroporos y microporos (porosidad), mejora la estabilidad de los agregados del suelo reduciendo la susceptibilidad a la escorrentía, la erosión del suelo al disminuir el impacto directo de las gotas de la lluvia evitando su degradación y al mismo tiempo favorece el contenido de nutrientes disponibles para las plantas. Cabe destacar que es todo lo contrario a la agricultura convencional, LC, Los suelos con un alto porcentaje de materia orgánica oscilan entre 1 y 6% mientras que los suelos áridos presentan porcentajes menores al 1%. Los suelos evaluados caerían dentro de esta clasificación ya que se ubican en el Valle del Mezquital. Los tratamientos donde se trabaja con AC (2 y 3), presentan mayor cantidad de MO, el tratamiento ACCP mostró mayor contenido (9.7%), sin embargo en ACP es menor con 5.72%, esto puede atribuirse a la remoción del suelo y el uso de maquinaria para formar los camellones o surcos, en el tratamiento LCR, el contenido es igual (5.55%) esto se debe a la incorporación total de los residuos al suelo ya que se trabaja de manera convencional, en LC el contenido es más bajo (2%); ya que no se tiene la cultura de reincorporar parte del cultivo anterior al suelo para favorecerlo y mejorar sus propiedades por lo que podría decirse que trabajar de manera convencional incorporando la MO es mejor y disminuye la degradación del suelo.

Agradecimientos

Agradecemos a CIMMYT por el apoyo y financiamiento para el establecimiento de la plataforma experimental de Agricultura de Conservación, en la institución.

Literatura citada

Gregorich, E. G. and Carter, M. R. 1997. Soil quality for crop production and ecosystem health. *Development in SoilScience* 25:125–165

Fabrizzi K. P., García F. O., Costa J. L., Picote L.I. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. *Soil Till Res.* 2005;81:57-69. doi:10.1016/j.still.2004.05.001

Hemmat, A., Eskandari, I. 2006. Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. *Soil & Tillage Research* 86:99–109

NOM-021-SEMARNAT-2000. Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. México

Velázquez, G. J. J., F. Bahena J., A. Báez P. y L. E. Fregoso T. 2011.

MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN ESPACIAL DE TEMPERATURA DEL AIRE EN MÉXICO

¹Aguado Rodríguez Graciano Javier, ¹Lara Viveros Francisco M., ¹Landro Valenzuela Nadia, ²Callejas Hernández Judith

¹Cátedra CONACyT comisionado a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Domicilio Conocido, C. P. 42660 Tel. 01 (738) 724 11 71 Francisco I. Madero, Hidalgo. ²Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Domicilio Conocido, C. P. 42660 Francisco I. Madero, Hidalgo.

Autor para correspondencia: gjaguadoro@conacyt.mx

Introducción

En México, se dispone de información de estaciones meteorológicas automáticas (AWS) para tener el dato de temperatura del aire a nivel horario. Esta variable es requerida en muchas investigaciones y/o métodos relacionados con el sector agrícola. No obstante, las AWS están en puntos dispersos y con diferentes elevaciones. Para determinar el valor de temperatura en cualquier punto se puede realizar una interpolación. Por ello, en este estudio se compararon los métodos Pointwise Bivariate para datos irregulares (PBIID), Cubic Thin-Plate Splines en puntos irregulares (CTPS) e, inverso de la distancia Weighted Smoothing de observaciones en puntos irregulares (IDW), en la república mexicana y en diferentes épocas del año, para determinar el método que mejor se ajusta en la zona de estudio.

Materiales y métodos

Para el procesamiento de datos se utilizó una computadora con el sistema operativo Windows 8™ con procesador de 1.6 GHz con dos núcleos y 4 GB de memoria RAM. En el equipo se integraron diferentes programas: MySQL Server 5.7™, el cual es un gestor de bases de datos para almacenar información (Korhonen *et al.*, 2008); MySQL Conector Net 6.3.5™ que es un conector del programa Microsoft Visual Studio 2010™ con MySQL Server (Kofler, 2005); Microsoft Visual Studio 2010 que es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones Web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles (Randolph *et al.*, 2010); R Statistics 3.3.2™, un paquete de cómputo estadístico (Dalgaard, 2008); rcom y rscproxy (conectores del programa R Statistics 3.3.2 con Microsoft Visual Studio 2010). Cabe mencionar que para realizar la interpolación espacial se utilizó el método Pointwise Bivariate Interpolation for Irregular Data (PBIID) con la función `interp` de la librería `akima` de R Statistics. Para realizar la interpolación con el método de *Cubic Thin-Plate Splines en puntos irregulares (CTPS)* se utilizó la librería “`bigsplines`” de R Statistics. Para realizar la interpolación con el método *Inverse-Distance Weighted Smoothing Of Observations At Irregular Points (IDW)* se utilizaron las librerías “`gstat`”, “`spatstat`” y “`sp`” de R statistics.

Para desarrollar el estudio se obtuvieron las variables meteorológicas de 137 estaciones meteorológicas automáticas (AWS) que reporta el Servicio meteorológico Nacional (SMN) a nivel horario durante un año (Figura 1).

Se elaboró una base de datos en el programa MySQL Server para almacenar la información obtenida de las AWS. Para realizar la interpolación por los tres métodos, la aplicación de computadora que se elaboró,

realizó diferentes funciones. La primera función genera un archivo de texto con coordenadas en donde se desean interpolar las variables meteorológicas. Además selecciona los valores observados en la base de datos de una hora específica. Para evaluar los métodos de interpolación se seleccionaron 16 AWS con el fin de comparar los datos interpolados con los observados.

La segunda función selecciona de la base de datos todos los datos de las AWS disponibles para encontrar los datos de las 16 AWS del archivo de puntos desconocidos.

La siguiente función se encarga de realizar la interpolación por los tres métodos sugeridos en este trabajo. Esta función conecta a la plataforma Visual Studio 2010 con el programa R Statistics 3.3.2 y le envía el archivo de los puntos conocidos y el archivo con las coordenadas en donde se desea estimar el valor de temperatura del aire. El software interpola por los tres métodos y devuelve los resultados a la aplicación en Visual Studio para que este último genere archivos con el resumen de la información.

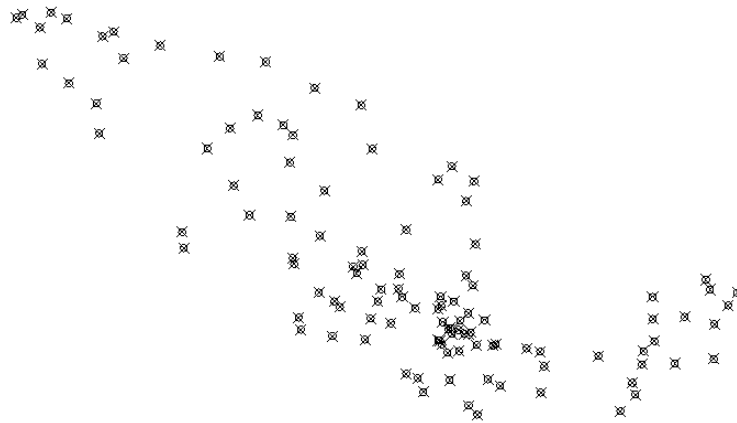


Figura 1. Localizaciones geográficas de las estaciones meteorológicas automáticas (AWS) de México utilizadas en este estudio.

Resultados y discusión

Se interpolaron los datos disponibles del año. En la mayoría de las estaciones los datos de temperatura estaban disponibles, sin embargo en los días julianos del 39 al 42, 78 a 104, 232 a 259 y, 344 a 365 no hubo datos de ninguna AWS. De las 137 AWS, se extrajeron 16 AWS para demostrar la eficiencia de los tres métodos de interpolación, no obstante, 3 AWS estaban a más de 100 kilómetros de la AWS más cercana, por lo que no se tomaron en cuenta a la hora de estimar el error.

Con los valores de los datos estimados y datos observados se estimó el error para cada método al restar el valor observado con el valor estimado de cada método. La estimación del error se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$e_{i,j,k,l,m} = y_{i,j,k,l} - y_{eS_{i,j,k,l,m}}$$

donde $e_{i,j,k,l,m}$ es el error de la i -ésima hora del j -ésimo día del k -ésimo mes de la l -ésima AWS del m -ésimo método de interpolación; $y_{i,j,k,l}$ es el valor observado de la i -ésima hora del j -ésimo día, del k -ésimo mes de la l -ésima AWS y; $y_{e_{i,j,k,l,m}}$ es el valor estimado de la i -ésima hora del j -ésimo día del k -ésimo mes de la l -ésima AWS del m -ésimo método de interpolación.

Con los datos del error se estimó el promedio del error a nivel mensual por método (P). La fórmula que se utilizó para calcular el P es:

$$P_{k,m} = \frac{\sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I e_{i,j,k,l,m}}{I J L - D}$$

Donde $P_{k,m}$ es el promedio del error del k -ésimo mes del m -ésimo método de interpolación, I son las horas que contiene cada día (24 horas), J son los días que tiene el mes (k), L es el número de estaciones meteorológicas interpoladas y, D es el número de errores (o datos faltantes) que no hubo durante el mes.

Con los datos de promedio mensual del error ($P_{k,m}$) se hizo una prueba tukey en el programa R Statistics, para observar el comportamiento de los métodos a lo largo del año (Figura 2).

Este resultado era el esperado debido a que Jarvis & Stuart (2001) en su estudio de temperaturas máximas y mínimas del aire encontraron que las mejores aproximaciones fueron obtenidas usando Thin-Plate Splines parciales, comparado con inverso-distancia-automático Weighted método de interpolación. Kurtzman & Kadmon (1999) encontraron que el interpolador Spline predijo mejor que IDW para variables de temperatura de verano, pero IDW se desempeñó mejor para variables de temperatura en invierno.

El promedio anual del error (estimado con los promedios mensuales del error horario) fue de 1.71°C con el método PBIID, 2.2 °C con el método CTPS y, 2.83 °C con el método IDW. Por esto, en este estudio el método que tuvo el menor error fue el PBIID, seguido por el CTPS y el IDW.

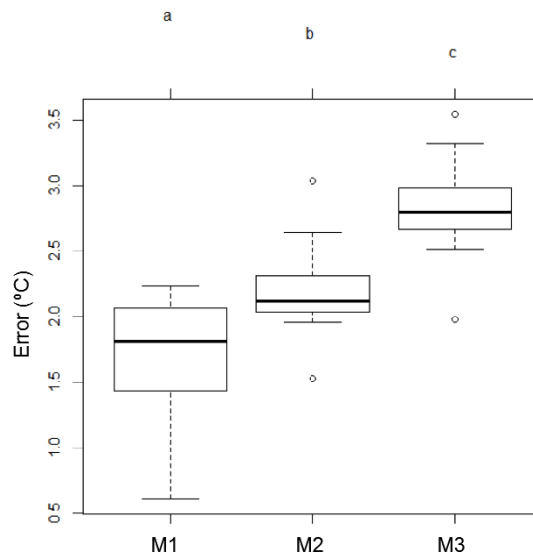


Figura 2. Diagramas de cajas y ejes para el promedio mensual del error (Error) para los métodos métodos Pointwise Bivariate para datos irregulares (M1), de Cubic Thin-Plate Splines en puntos irregulares (M2) y, inverso de la distancia Weighted Smoothing de observaciones en puntos irregulares (M3).

Agradecimientos

Al PRODEP (Programa de Desempeño de Profesorado) por su valiosa aportación en los equipos para desarrollar la investigación y al SMN (Servicio Meteorológico Nacional) por aportar sus valiosos datos meteorológicos.

Literatura citada

Dalgaard, P. 2008. *Introductory Statistics with R*. Second Edition. Springer Science Business Media, LLC. New York, NY, USA. 364p.

Jarvis, C. H., & Stuart, N. (2001). A comparison among strategies for interpolating maximum and minimum daily air temperatures. Part II: The interaction between number of guiding variables and the type of interpolation method. *Journal of Applied Meteorology*, 40(6): 1075-1084.

Kofler, M. 2005. *The Definitive Guide to MySQL 5*. David Kramer. Third edition. APRESS. New York, NY, USA. 172p.

Korhonen, K., Donadini, F., Riisager, P., and Pesonen, L. J. (2008). GEOMAGIA50: an archeointensity database with PHP and MySQL. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 9(4): 1-14.

Kurtzman, D., & Kadmon, R. (1999). Mapping of temperature variables in Israel: comparison of different interpolation methods. *Climate Research*, 13(1): 33-43.

Randolph, N., D. Gardner, M. Minutillo, and C. Anderson. 2010. *Professional Visual Studio 2010*. Wrox. Wiley Publishing, Inc, Indianápolis, Indiana. 1177 p.

EXTENSIONISMO JOVEN EN EL VALLE DEL ÉVORA, UNA EXPERIENCIA DE REENCUENTRO CIENCIA-EMPIRISMO.

Mejía-Bojórquez Jorge Manuel¹, Urias-Ruelas Julio Yamil¹

¹Universidad Politécnica del Valle del Évora, Angostura, Sinaloa.

Autor para correspondencia: jorge.mejia@upve.edu.mx, julio.urias@upve.edu.mx

Introducción

Un extensionista es un promotor y gestor del desarrollo rural. Un agente que favorece la realización de procesos de desarrollo rural en todos sus sectores y subsectores (Aguilar *et al*, 2010).

Estos agentes, deben de cumplir con ciertas características propias para su actividad a realizar dentro de la localidad que les haya sido encomendada, o que ellos mismos hayan escogido; es necesario que cuenten con conocimientos, y experiencia en la prestación de servicios profesionales relacionados con el medio rural, que realicen un debido diagnóstico del lugar para que el proyecto que habrán de impulsar, asesorar o poner en marcha para que tenga resultados viables, y sobre todo, que a los habitantes del lugar les sea de beneficio en el mejoramiento de su calidad de vida (SAGARPA, 2017).

De acuerdo con LANDINI, (2014), dentro de los problemas que existen para realizar un buen extensionismo, destaca en primer lugar que al momento de que un profesionista egresa de su Universidad.

“Está todo lo relacionado con el perfil formativo de los extensionistas. La amplia mayoría de los extensionistas poseen formación técnica. Sin dudas, esta formación resulta fundamental en el trabajo de extensión. No obstante, también resulta claro que no es suficiente, dada la complejidad de la tarea a llevar adelante. Esto muestra la necesidad tanto de incorporar abordajes interdisciplinarios como de formar a los extensionistas en servicio en manejo de procesos sociales, especialmente gestión de grupos, manejo de procesos participativos, capacidad de enseñar y de empatizar, etc.”

De tal manera que la ejecución de programas como el de Extensionismo Joven en las zonas rurales del Valle del Évora, perteneciente al estado de Sinaloa, contribuye al desarrollo rural de los ejidos y/o comunidades, para acercar a los estudiantes con los productores rurales, desarrollar en ellos el sentido de socialización, la responsabilidad de acompañarlos durante sus procesos productivos y aprender de sus experiencias, además de atacar diversos problemas de los sectores agrícolas que van desde la problemática que presentan los cultivos de granos y hortalizas, como lo han sido los diferentes tipos de enfermedades, plagas y malezas, que perjudican desde la semilla, a la planta y los frutos, etc., hasta la tecnificación de alimentos.

Con el desarrollo de las estrategias de extensionismo joven se detecta que el sector productivo en cada región es una fuente de ingreso para las familias, así como un porcentaje de crecimiento para el estado, además de ser el factor primario de la cadena alimentaria en las zonas atendidas.

Metodología.

La Universidad Politécnica del Valle del Évora, participa en el programa de Extensionismo joven en diversos Ejidos y comunidades de la Región del Valle del Évora, como lo son los siguientes:

- ✓ Comunidad La Reforma, Angostura.
- ✓ Localidad Leopoldo Sánchez Celis, Angostura
- ✓ Ejido Sinaloa, Colonia Sinaloa, Angostura
- ✓ Ejido colonia Agrícola México, Angostura.

Se formaron 3 grupos de tres estudiantes y uno individual por proyecto, los cuales se comprometieron a capacitar por lo menos a un grupo de tres productores por estudiante.

Diagnóstico de los productores.

Los grupos extensionistas se dio la tarea de establecer una reunión previa con los líderes de las comunidades, o los líderes de la organización, para solicitar el apoyo para llevar a cabo el programa de extensionismo, es así como se da la autorización en un primer paso, para posterior el líder de la comunidad y/o organización establece el contacto con sus grupos y los cita a la primera reunión donde se encontrarán los jóvenes extensionistas.

Los grupos extensionistas tuvieron la labor de asistir a las comunidades para realizar la primera reunión con los productores, con la finalidad de llevar acabo la presentación del equipo, informar la finalidad del programa, las actividades a realizar y en conjunto se llevó acabo la identificación y compromiso para la continuidad del programa.

Se realizó un diagnóstico con los productores de la comunidad con la finalidad de identificar la situación actual, la problemática, y las mejoras del grupo de productores rurales para la participación del extensionismo.

Planeación del proyecto.

En base a los resultados del diagnóstico de los productores rurales, el grupo de jóvenes extensionistas en conjunto con su tutor realiza un análisis de la problemática actual con los productores, buscando alternativas de extensionismo para la mejora de la producción de los sistemas productos o mejoramiento en sus prácticas agrícolas.

Proyectos desarrollados.

Los proyectos ejecutados en cada una de las comunidades fueron: Aprovechamiento de fruta de temporada (mango, *Manguifera indica* y ciruela, *Spondias sp.*), mediante la implementación de un deshidratador solar. Establecimiento de huertos de traspatio para reducir el gasto familiar en la adquisición de frutas y verduras en las familias rurales, además de la obtención de recursos económicos para subsanar otros gastos. Elaboración y uso de fertilizantes orgánicos mediante el uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su respectiva aplicación en huertos de traspatio en las comunidades rurales.

Capacitaciones.

Una vez planeado los temas abordar el grupo de extensionistas con asesoramiento del tutor, se realizan las capacitaciones para atacar la problemática que presentan los productores, cabe mencionar que los grupos extensionista se trasladan a las comunidades para la realización de estas. En la mayoría de los lugares

donde son llevadas las reuniones ya cuentan con luz eléctrica lo cual favorece para la exposición de los temas a tratar y agiliza los trabajos de capacitación a los productores rurales.

Resultados y Discusión

Con el desarrollo del programa se ha generado beneficios en las mejoras de producción a los productores rurales de Angostura, mediante estrategias de Extensionismo Joven, como lo son capacitaciones, asesoramiento y prácticas.

Logrando la integración de 10 grupos de 6 productores de granos y hortalizas, que reciben beneficio del programa extensionismo joven, superando las expectativas en un 100%.

Los proyectos de extensionismo atienden los sistemas-producto: Maíz, Hortalizas, Mango, Ciruela, además, se trabaja con proyectos con alto impacto ambiental como, por ejemplo: Producción de abonos orgánicos mediante el uso y manejo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), aprovechamiento de frutos de temporada, optimización de recursos mediante el establecimiento de huertos familiares y de traspatio y control biológico de plagas mediante el uso de repelentes orgánicos a base de extracto de plantas aromáticas.

El desarrollo del programa extensionismo joven, se ha logrado con el cumplimiento de las siguientes metas.

De los cuales cabe destacar que existe mejora en los enfoques de producción que tienen diversas localidades para ampliar el mercado de comercialización.

Se mejoró en el nivel de producción, dando asesorías sobre las herramientas necesarias dentro del proceso.

Se implementó las buenas prácticas de manufactura en los diversos procesos de producción, logrando así mayor calidad de los productos y garantizando la inocuidad de ellos.

Se implementaron nuevas estrategias de control biológico de plagas para los cultivos de traspatio, lo cual garantiza una reducción del impacto ambiental de los plaguicidas químicos.

Se mejoró la visión de producción de las diversas materias primas, implementando nuevos productos alimenticios, con diferentes métodos de producción y/o conservación.

Conclusión:

La SAGARPA se encuentra preocupada por rescatar el vínculo entre los productores y la tecnificación del campo, los jóvenes profesionistas de las carreras afines con el sector primario carecen de estrategias para socializar con los productores rurales. El programa extensionismo joven viene a retomar esas estrategias de llevar los avances tecnológicos a los productores rurales, así como lograr que los jóvenes se comprometan con el campo, con la inocuidad alimentaria y sobre todo la retroalimentación de sus conocimientos científicos con los conocimientos empíricos que poseen los productores rurales y que son de un valor incalculable.

Este proyecto es una estrategia nacional de la Secretaría y fue llevado a cabo de acuerdo a lo planeado desde un inicio, se ha mostrado un alto interés por parte de los jóvenes extensionistas, así como los productos rurales del Valle del Évora, que siempre mostraron gran interés lo que se tradujo en el éxito del programa.

Bibliografía

Aguilar A. J., Altamirano C. J., Rendón M.R., Santoyo M.V. (2010). Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural. Universidad Autónoma Chapingo. 261 pp. ISBN: 978-607-12-0143-0.

LANDINI, F. (2014), “Problemas en las prácticas de extensión rural en América Latina y contribuciones potenciales de la psicología”. (PICT 2012-2014, Agencia Nacional de Promoción Científica, Ministerio de Ciencia y Tecnología), *in*: http://www.colpos.mx/wb_pdf/Veracruz/Agroecosistemas/lectura/14.pdf, recuperado el 01/09/2017.

SAGARPA, (2017). Programa estensionismo rural. *In*: <https://www.extensionismo.mx/web1/index.php/contenido/119-extensionismo-rural>. Recuperado el 02/09/2017.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA 2

PRIMER REPORTE DE *Cactopinus agavensis* EN MAGUEY XAMINI DE SANTIAGO TEZONTLALE, HIDALGO, MÉXICO

Karla Erika Viguera¹, Armando Equihua Martínez², Rosa Edith Islas Mendoza³, Carlos Enrique Hernández Viguera¹, José Luis Martínez Hernández¹, Leodan Tadeo Rodríguez Ortega¹ y Alejandro Rodríguez Ortega^{1*}

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Tepatepec, Hidalgo, CP. 42660. México

²Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Campus Montecillo, km. 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230, México.

³Productora de maguey xamini. Santiago Tezontlale, Ajacuba, Hidalgo, México.

*Autor para correspondencia: arodriguez@upfim.edu.mx

Introducción

Género *Cactopinus*

Fue descrito por Schwarz (1899) como un género monotípico para *C. hubbardi*. Desde entonces 17 especies han sido descritas por Blackman (1938: *pini*, *koebeli*, *rhois*), Wood (1957: *cactophthorus*, *spinatus*, 1967: *mexicanus*, 1969: *carinatus*, *granulífero*, *microcornis*, *nasutus*, *burjosi*, *granulatus*, *setosus*) y Bright (1967: *depressus*, *desertus*). El género fue revisado recientemente por Wood, cuya clave incluyó sólo 14 especies (Wood 1982). Cuatro especies fueron descritas posteriormente (Wood 1983). Actualmente se han descrito otras tres especies, con lo que el total de 21 (Atkinson, 2010). Estos insectos se encuentran en México y el suroeste de Estados Unidos en desiertos, matorrales semiáridos y bosques estacionalmente secos (Atkinson, 2016).

El carácter más notable del género es la presencia de cuernos pareados en el proceso epistómico masculino (Figura 1). En todas las especies los dos cuernos son aparentemente distintos de su base a su ápice. En algunas son cortos y muy separados, también pueden estar fusionados en su base y a lo largo de su longitud y se observa una sutura clara entre ellos. En algunas los cuernos se extienden desde el epistoma hasta el centro del pronotum. En estas especies los cuernos mantienen aparentemente cierta flexibilidad. En algunos especímenes el cuerno es recto mientras que en otros se curva hacia atrás sobre la frente y el pronotum. Mientras que los cuernos no son segmentados, tienen setas fijadas en punciones profundas a lo largo de su longitud (figura 1). En algunas especies, las punciones son tan pronunciadas que los cuernos tienen una apariencia serrada (Atkinson, 2010).

Algunas hembras presentan callos indistintos y elevados presentes en posiciones similares a la ubicación de la base de los cuernos en los machos. Además de los cuernos epistómicos primarios, situados generalmente en el centro del proceso epistómico, se encuentra un corto tubérculo o proyección en los márgenes anterolaterales del epistoma cerca de la base de la inserción antenal en la mayoría de las especies (Figura 1).

Los ojos compuestos se observa que han sido movidos hacia adelante y de forma ventral y son escorizados en comparación con otros escolitidos. La frente del macho es generalmente cóncava desde el vértice hasta la base de los cuernos en vista lateral. En algunas especies, la superficie resultante entre los ojos es esencialmente plana. En la mayoría de las especies, sin embargo, la frente es longitudinalmente cóncava, así como con una fosa bien definida que varía en extensión. En la mayoría de las hembras la frente es plana o convexa, a menudo impreso transversalmente inmediatamente por encima del epistoma. El tamaño y la forma del club antenal varían entre las especies en tamaño en relación con el tamaño de la cabeza y la forma (redondeada u ovalada). Las suturas antenales varían desde la mayoría de las rectas a las procuradas, o débilmente bisinuosas (Atkinson, 2010).

En la mayoría de los grupos de Scolytinae se encuentran asperezas entre el borde anterior y el centro del pronotum, generalmente con una cumbre distinta cerca del centro. En *Cactopinus*, esta cumbre está

invariablemente en el margen posterior del pronoto y en algunos casos se desarrolla en un cono que retrocede fuertemente hacia atrás. En otras especies las asperezas pronotales están claramente dispuestas en un patrón triangular con las asperezas ampliamente distribuidas cerca del borde anterior, estrechándose bruscamente a la cumbre. En estas especies existe una marcada demarcación entre las áreas asperadas y el área posterolateral no asperada (Wood, 1982).

Todas las especies, hasta donde se sabe, son monóginas, con galerías construidas por un solo par. En los casos en que múltiples generaciones se reproducen en la misma pieza de material huésped, no se sabe si los escarabajos emergen a la madurez y vuelven a entrar en los tejidos del huésped o si se inician nuevas galerías. Las galerías son excavadas bajo la dura epidermis y los huevos aparecen depositados en nichos individuales (Atkinson, 2010).

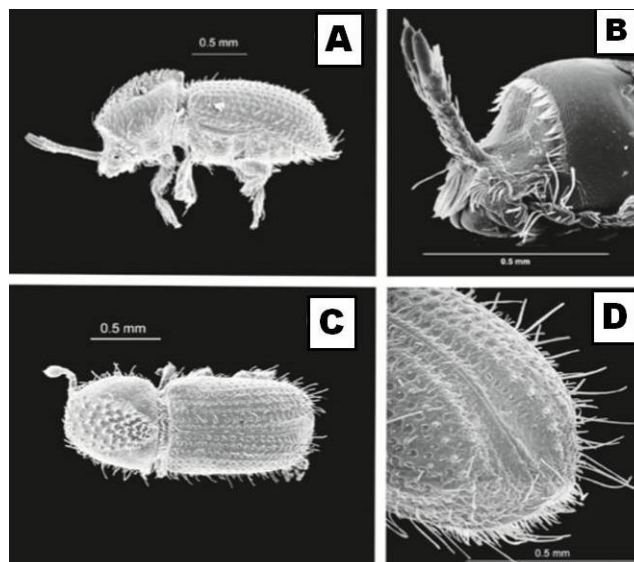


Figura 1. *Cactopinus agavensis*, vista lateral del macho (A), cuerno epistomal en la cabeza del macho (B), vista dorsal de la hembra y declive elitral del macho (C y D), tomado de Atkinson (2010).

Hospedero *Agave salmiana* Otto ex Salm.

Conocido con el nombre de maguey manso o maguey verde es una de las especies con más tradición de uso en México. Perteneciente a la familia Agavaceae, se reconoce por sus hojas anchas, fuertes, succulentas, de color verde con largos ápices acuminados y sigmoideos, de tallo corto y macizo, con forma de roseta y tamaños que van desde 1.50 m a 3.40 m de altura y hasta 5 m de diámetro. Flores carnosas de tépalos dimorfos, estrechos, doblados hacia el interior. Se le encuentra en terrenos planos y montañosos, desde suelos profundos a superficiales, es una especie que se considera endémica de México. Los usos de *A. salmiana* son muy variados, su aprovechamiento es tal que no queda una sola de sus partes y productos que no tengan uno o varios fines específicos, el principal producto del cual derivan su nombre genérico a nivel popular “maguey pulquero” es el pulque, el cual es un fermento de la savia de sus hojas o aguamiel. Este maguey es común en Santiago Tezontlale, Hgo., como cerca viva o setos para separar predios, para control de erosión y formación de terrazas en terrenos inclinados. Es usado como forraje para el ganado lechero confinado y en agostadero. El objetivo de este trabajo fue determinar los especímenes recolectados en pencas secas del maguey pulquero de la comunidad de Santiago Tezontlale, municipio de Ajacuba, Hidalgo.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó de Junio a Septiembre de 2017 en plantas de maguey xamini de la localidad de Santiago Tezontlale Municipio de Ajacuba en el estado de Hidalgo. Esta comunidad se encuentra

localizada geográficamente en las siguientes coordenadas: Latitud 20° 09' 41" N, Longitud -99° 07' 21" W y a una altura sobre el nivel del mar de 2,100 metros. El tipo de vegetación característico de la región es matorral espinoso como cactus, nopales, magueyeras y escasos bosques de encino, y en zonas urbanas encontramos una gran cantidad de árboles de pirul (figura 2).

La investigación se realizó en magueyes xamini, infectados por *C. agavensis* en pencas secas presentes en la parte basal de la planta, los insectos se recolectaron partiendo las pencas (mezotes) que presentan orificios de entrada y/o salida de insectos adultos. Los especímenes fueron depositados en frascos con alcohol al 70% y la determinación se hizo con insectos adultos en el laboratorio de entomología de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, usando las claves dicotómicas de reportadas por Atkinson (2010).

Resultados y discusión

En esta investigación determinamos que la especie de insecto que se alimenta de pencas secas de maguey xaminí, sin llegar causarle algún daño es *Cactopinus agavensis* y las características principales del macho y la hembra coinciden con lo reportado por Atkinson (2010).

Macho

Es de color negro con una longitud de cuerpo de 1.8 a 2.1 mm y 0.7 a 0.9 mm de ancho. Presenta cuernos epistómicos largos, se observa que fusionan a lo largo de su longitud, excepto un cuarto de la parte terminal donde presenta cierta separación. La frente es horizontalmente cóncava. Márgenes anterolaterales del epistoma cortos. Antenas alargadas 1.7 veces más larga que ancha, suturas rectas (Figura 3, A y B).



Figura 2. Planta de maguey con pencas basales muertas (A), orificios de entrada (B) y residuos de la alimentación de *C. agavensis* (C).

Pronoto con asperezas ampliamente separadas en el margen anterior, más abundante en el centro; dispuestos en un patrón triangular claramente definido, sin asperezas ni gránulos en porciones posterolaterales. Cima claramente definida en el margen posterior, fuertemente elevada en un punto, proyectándose hacia atrás sobre los elitros. Estrias con punciones profundas, separadas por menos de su propio diámetro. Interestrias no elevadas, aproximadamente dos veces más anchas que las estrias; superficie irregular, con numerosas finas y confusas punciones. Declividad débilmente sulcada, gradual, ligeramente acuminada posteriormente. Interestrias 1 y 2 más anchas en declive que en disco. Punciones en estrias 1 ausentes más

allá de la base declivital, interstrias 1 y 2 con numerosas, pequeñas y confusas punciones. Gránulos interstriales en todas las otras interestrias declivitales excepto 1. Interstrias 2 fuertemente elevadas, sus gránulos ligeramente más largos y más agudos que los de otras interstrias (Figura 1 y 3).



Figura 3. Insectos adultos de *Cactopinus agavensis*, vista lateral y dorsal del macho (A y B), vista lateral y dorsal de la hembra (C y D).

Hembra.

Presenta dos callos anchos en el epistoma con una frente superficialmente cóncava por encima de la impresión transversal, superficie con perforaciones superficiales, grandes y muy ajustadas. Una franja de setas a lo largo de los márgenes superiores y laterales (Figura 3, C y D). Puntuaciones muy marcadas en la parte dorsal del pronoto, además de otros caracteres idénticos a los del macho. Es importante mencionar que en la recolecta de insecto la presencia de machos fue escasa.

Conclusión

En esta investigación determinamos que el insecto que se alimenta de las pencas secas del maguey xamini es el escolitino *Cactopinus agavensis* cuyo nombre de especie hace referencia a su hospedero.

Recomendación

Sugerimos estudiar el ciclo de vida de esta especie para conocer sus hábitos alimenticios (otros hospederos), el número de generaciones al año, hábitos de vuelo y modo de dispersión.

Literatura Citada

Atkinson, T. H. 2010. New species and records of *Cactopinus* Schwarz with a key to species (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *ZooKeys* 56: 17–33.

Atkinson, T.H. 2016. A new species of cactopinus Schwarz from central Mexico (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Zootaxa* 4189 (1): 196-200.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs* 6: 1–1356.

ESTIMACIÓN DE NITRÓGENO EN PLANTAS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS OBTENIDAS CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL HIDALGO.

²Figuroa- Casarrubias Diana Laura, ¹Landero-Valenzuela Nadia, ²Flores-Cruz Karina, ²Jiménez-Ortega Alejandro, ³Callejas- Hernández Judith, ¹Lara-Viveros Francisco Marcelo,

¹Catedras-Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotecnológico Sustentable.

²Universidad Autónoma de Guerrero. Licenciatura en Ciencias de los Alimentos.

³Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

Autor para correspondencia: jcallejas@upfim.edu.mx

Introducción

Una de las estrategias utilizadas por los agricultores, para incrementar sus rendimientos y su ingreso económico, es la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los cultivos. Por ese motivo el consumo de estos productos se ha incrementado de 22 a 80 millones de toneladas en los últimos 20 años (Madhava Rao, et al., 2006). La alteración antropogénica del ciclo del nitrógeno, debido a su uso en los sistemas agrícolas se ha convertido en el segundo cambio global más importante después de la alteración en el ciclo del carbono (Galloway, et al., 2008). Por otro lado el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en los cultivos ocasiona la acumulación de NO₃ en los órganos vegetales que son consumidos por los seres humanos, lo cual está asociado a ciertos tipos de cáncer y ocasiona la inhibición de la síntesis de hemoglobulina (Smil, 1997). Con la finalidad de reducir los costos y los daños ambientales asociados al uso excesivo de este nutrimento en los cultivos, se estiman las dosis óptimas fisiológicas y económicas de fertilizantes mediante análisis de plantas, sin embargo dichos análisis pocas veces incluyen la variación natural en la concentración de nitrógeno en plantas de la misma parcela. Dicha variación es causa de error en los cálculos de las dosis de fertilizantes químicos u orgánicos. Actualmente se está desarrollando tecnología tendiente a hacer más eficientes los análisis de plantas que se utilizan para el cálculo de la cantidad de nitrógeno a aplicar a las plantas, a partir de imágenes aéreas. El objetivo del presente trabajo es la estimación de modelos matemáticos que permitan la predicción de la concentración de NO₃ en hojas de maíz, a partir de imágenes adquiridas mediante un vehículo aéreo no tripulado.

Materiales y Métodos

Las imágenes de las parcelas fueron capturadas mediante una cámara digital de 18 megapíxeles instalada sobre un vehículo aéreo no tripulado Inspire 1® que se elevó a 50 m de altura sobre cada una de las parcelas. La imagen de cada parcela, fue recortada en cuatro partes iguales, en cuyo centro se ubicó el punto en el que fueron obtenidas las muestras de hojas y suelo para su análisis en el laboratorio. Posteriormente se obtuvieron los valores de promedio RGB para cada una de las subparcelas. Los valores fueron obtenidos mediante el software ImageJ®. Con esos valores se construyeron dos triángulos hipotéticos, el primero (triángulo RGB) formado por los vértices RGB cuando R=256, G=256 y B=256. El segundo triángulo (triángulo rgb), que se inscribió en el primero, se formó con los vértices RGB cuando R= Valor de R promedio de cada parcela, G= Valor de G promedio de cada parcela y B=Valor de B promedio de cada parcela. Con los datos anteriores fue posible calcular el área del triángulo rgb utilizando la fórmula;

Donde:

S=semiperímetro

F_σ=Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices rg.

F_k= Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices gb.

F_v= Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices rb.

Se calculó un área por cada una de las subparcelas bajo estudio. Con los datos anteriormente descritos y las concentraciones de nitrato, se construyeron modelos de regresión, mediante el programa estadístico SAS V.9®. Para la construcción de modelos se utilizaron procedimientos de selección de variables en donde el criterio para decidir la permanencia de una variable en el modelo fue la significancia ($P \leq 0.005$) el coeficiente de determinación y el cuadrado medio del error. Las imágenes fueron identificadas y guardadas para su posterior análisis. La concentración de NO_3 en las hojas fue realizado por el método de Nessler (Przemyslaw & Kurzyca, 2006).

Resultados y discusión

Predicción de NO_3 en plantas a partir de imágenes.

De todos los parámetros de color analizados, solamente dos de ellos (Fk y R) mostraron un nivel de significancia menor igual a 0.05, por lo cual se utilizaron para construir un modelo matemático que permitió predecir la concentración de NO_3 en plantas a partir de los parámetros de la imagen (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros para la estimación de la concentración de NO_3 en plantas de maíz en las parcelas experimentales de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

Variable	Parámetro estimado	Error estándar	Valor de F	Pr>F	R ² Parcial [†]	R ² Modelo ^{††}
Fk	0.24512	0.06270	15.28	0.0029	0.9673	0.9673
R	-0.14037	0.04955	8.02	0.0178	0.0146	0.9818

[†]Es el coeficiente de determinación considerando únicamente el parámetro Fk o R respectivamente en el modelo. ^{††}Es el coeficiente de determinación que se obtiene al sumar las aportaciones de cada una de las variables incluidas en el modelo.

A pesar de que el parámetro R mostró una aportación muy pequeña al coeficiente de determinación final, se incluyó en el modelo debido a su nivel de significancia. En el modelo propuesto, el parámetro Fk, es el lado del triángulo, formado por los valores de g y b (Figura 1), debido a que la distancia de ese lado del triángulo está en relación directa con el parámetro g que determina el color verde de las plantas en la imagen, resulta importante en la estimación de los parámetros del modelo. El modelo matemático resultante permitió estimar la concentración de NO_3 en las plantas de maíz presentes en cada parcela.

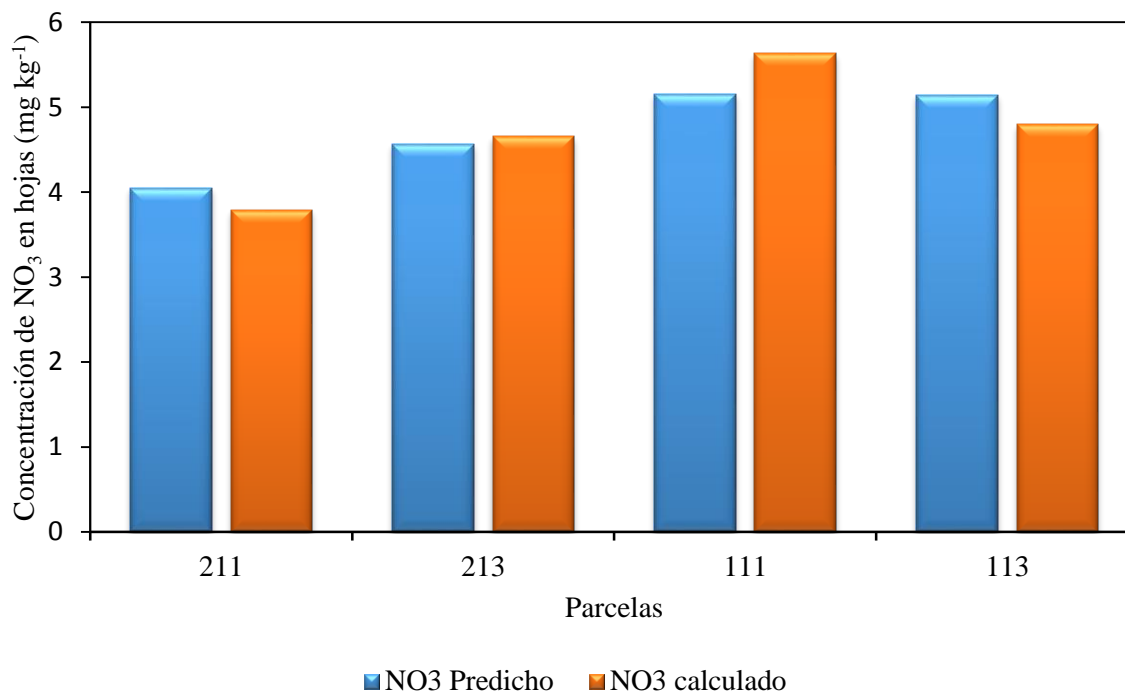


Figura 1. Concentración de NO₃ en parcelas experimentales de maíz en la Universidad Politécnica de Francisco I. madero. El modelo utilizado fue $y = 0.24512 Fk - 0.14037 R$; Donde y =Concentración de NO₃ en las hojas.

La concentración de NO₃ es un indicador importante para determinar el estatus nutrimental de un cultivo, en este caso, fue posible estimar la concentración de este compuesto en hojas de maíz a partir de la técnica propuesta para el análisis de la imagen.

Conclusiones.

Los resultados mostraron que existe una correlación estadísticamente significativa entre los parámetros de color en las hojas de maíz y las funciones utilizadas con la concentración de NO₃ en el follaje, con lo anterior es posible estimar la concentración de este nutriente en una parcela a partir de imágenes aéreas.

Bibliografía citada

Galloway, J. N. y otros, 2008. Transformation of the nitrogen cycle: Recent trends, questions, and potential solutions.. *Science*, Volumen 320, p. 889–892.

Madhava Rao, K. V., Raghavendra, A. S. & Janardhan Reddy, K., 2006. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in plants*.. Dordrecht: Springer.

Przemysław, N. & Kurzyca, I., 2006. A new tool for inorganic nitrogen speciation study: Simultaneous determination of ammonium ion, nitrite and nitrate by ion chromatography with post-column ammonium derivatization by Nessler reagent and diode-array detection in rain water samples. *Analytica Chimica Acta*, 577(2), pp. 220-224.

Smil, V., 1997. Global Population and the Nitrogen Cycle. *Scientific American*, pp. 76-81.

ESTIMACIÓN DE NITRÓGENO EN SUELOS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS OBTENIDAS CON VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL HIDALGO.

²Jiménez-Ortega Alejandro, ³Callejas- Hernández Judith, ²Figuroa- Casarrubias Diana Laura, ²Flores-Cruz Karina, ¹Lara-Viveros Francisco Marcelo.

¹Catedras-Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Maestría en Ciencias en Desarrollo Agrotécnológico Sustentable.

²Universidad Autónoma de Guerrero. Licenciatura en Ciencias de los Alimentos.

³Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología.

Autor para correspondencia: fanirak3@gmail.com

Introducción

Una de las estrategias utilizadas por los agricultores, para incrementar sus rendimientos y su ingreso económico, es la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los cultivos. Por ese motivo el consumo de estos productos se ha incrementado de 22 a 80 millones de toneladas en los últimos 20 años (Madhava Rao, et al., 2006). La alteración antropogénica del ciclo del nitrógeno, debido a su uso en los sistemas agrícolas se ha convertido en el segundo cambio global más importante después de la alteración en el ciclo del carbono (Galloway, et al., 2008). La cantidad de N en el suelo es un factor importante que determina el rendimiento de los cultivos y es base para el cálculo de dosis de fertilizantes nitrogenados (Alcantar-Gonzales & Trejo-Tellez, 2007). Actualmente en la estimación de la cantidad de N total, se recomienda hacer un muestreo compuesto del suelo a analizar. El inconveniente de este método es que no es posible estimar la variación entre muestras, generando errores importantes en los cálculos de las dosis de fertilizantes químicos u orgánicos. Debido a que la mayor cantidad del nitrógeno presente en las hojas se encuentra en la molécula de la clorofila, existe una fuerte relación entre esta y la concentración de nitrógeno detectado en el suelo, lo cual es la base para detectar las concentraciones de nitrógeno en las hojas ya que una disminución en la concentración de este elemento provoca cambios en las propiedades de reflexión de la luz incidente sobre las hojas, lo cual es detectado por cámaras colocadas en vehículos aéreos no tripulados (Agüera, et al., 2011). El objetivo del presente trabajo fue estimar modelos matemáticos para la determinación de N en el suelo a partir de imágenes aéreas de plantas obtenidas mediante vehículos no tripulados.

Materiales y métodos

Las imágenes de las parcelas fueron capturadas mediante una cámara digital de 18 megapíxeles instalada sobre un vehículo aéreo no tripulado Inspire 1® que se elevó a 50 m de altura sobre cada una de las parcelas. La imagen de cada parcela, fue recortada en cuatro partes iguales, en cuyo centro se ubicó el punto en el que fueron obtenidas las muestras de hojas y suelo para su análisis en el laboratorio. Posteriormente se obtuvieron los valores de promedio RGB para cada una de las subparcelas. Los valores fueron obtenidos mediante el software ImageJ®. Con esos valores se construyeron dos triángulos hipotéticos, el primero (triángulo RGB) formado por los vértices RGB cuando R=256, G=256 y B=256. El segundo triángulo (triángulo rgb), que se inscribió en el primero, se formó con los vértices RGB cuando R= Valor de R promedio de cada parcela, G= Valor de G promedio de cada parcela y B=Valor de B promedio de cada parcela. Con los datos anteriores fue posible calcular el área del triángulo rgb utilizando la fórmula;

Donde:

S=semiperímetro

F_g=Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices rg.

F_k= Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices gb.

F_v= Distancia del lado del triángulo rgb, formado por los vértices rb.

Se calculó un área por cada una de las subparcelas bajo estudio. Con los datos anteriormente descritos y las concentraciones de nitrato, se construyeron modelos de regresión, mediante el programa estadístico SAS V.9®. Para la construcción de modelos se utilizaron procedimientos de selección de variables en donde el criterio para decidir la permanencia de una variable en el modelo fue la significancia ($P \leq 0.005$) el coeficiente de determinación y el cuadrado medio del error. Las imágenes fueron identificadas y guardadas para su posterior análisis. La concentración de NO_3 en el suelo fue determinada por el método de Nessler (Przemyslaw & Kurzyca, 2006).

Resultados y discusión

Predicción de N en suelo a partir de imágenes.

La concentración de N presente en el suelo, mostró relación con algunos de los parámetros de color obtenidos de las imágenes. Los parámetros Fk, R y S, fueron los que mostraron un nivel de significancia estadística menor o igual al 0.5 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros para la estimación de la concentración de N en suelos cultivados con maíz en las parcelas experimentales de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

Variable	Parámetro estimado	Error estándar	Valor de F	Pr>F	R ² Parcial [†]	R ² Modelo ^{††}
Fk	-0.06659	0.02431	208.38	<.0001	0.9499	0.9499
R	-0.03691	0.00993	6.63	0.0277	0.0200	0.9698
S	0.08360	0.02644	10.00	0.0115	0.0159	0.9857

[†]Es el coeficiente de determinación considerando únicamente el parámetro Fk, R o S respectivamente en el modelo. ^{††}Es el coeficiente de determinación que se obtiene al sumar las aportaciones de cada una de las variables al incluirlas en el modelo.

La variable que mostró un valor de F más elevada en relación a las demás e incrementó el valor de coeficiente de determinación fue Fk, que es el lado del triángulo rgb formado por los vértices g y b (Figura 1). Sin embargo debido a su significancia estadística, se incluyeron además los parámetros R y S en el modelo matemático propuesto. Con dicho modelo fue posible estimar la concentración de N en el suelo de las parcelas experimentales bajo estudio (Figura 3).

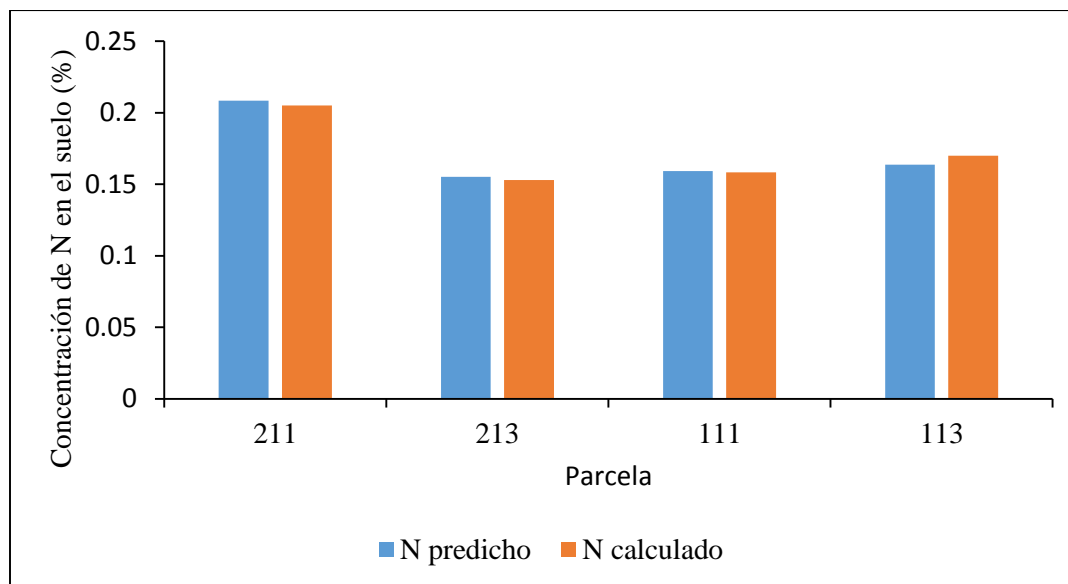


Figura 3. Concentración de N en parcelas experimentales de maíz en la Universidad Politécnica de Francisco I. madero. El modelo utilizado fue $y = -0.06659 Fk - 0.03691 R + 0.08360 S$; Donde y =Concentración de N en el suelo de las parcelas experimentales.

En los modelos construidos para estimar el NO_3 en las hojas del maíz, así como el N en el suelo, se utilizaron las mismas variables, que fueron las que mostraron significancia en los modelos de regresión.

Conclusiones

Los resultados mostraron que es posible estimar con bajo grado de error la concentración de N en el suelo y de NO_3 en hojas de maíz a partir de imágenes obtenidas mediante vehículos aéreos no tripulados. La estimación de los niveles de N en planta y suelo mediante imágenes resulta una herramienta útil en la estimación del estatus nutrimental del cultivo de maíz.

Trabajos citados

Agüera, F., Carvajal, F. & Pérez, M., 2011. Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volumen 38, pp. 1-5.

Alcantar-Gonzales, G. & Trejo-Tellez, L., 2007. *Nutrición de Cultivos*. 1 ed. México: Mundi-Prensa.

Galloway, J. N. y otros, 2008. Transformation of the nitrogen cycle: Recent trends, questions, and potential solutions.. *Science*, Volumen 320, p. 889–892.

Madhava Rao, K. V., Raghavendra, A. S. & Janardhan Reddy, K., 2006. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in plants*.. Dordrecht: Springer.

Przemysław, N. & Kurzyca, I., 2006. A new tool for inorganic nitrogen speciation study: Simultaneous determination of ammonium ion, nitrite and nitrate by ion chromatography with post-column ammonium derivatization by Nessler reagent and diode-array detection in rain water samples. *Analytica Chimica Acta*, 577(2), pp. 220-224.

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO BAJO DOS SISTEMAS DE LABRANZA EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

¹Ponce Lira Brenda, ¹Jiménez Dezeuza Stephanie, ¹Mera Mata Diana Laura, ¹López Martínez Alin Citlaly, ¹López Hernández Arlett, ¹Sánchez Zúñiga Dulce Adilene.

¹Departamento de Ingeniería en Agrotecnología. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Carretera Tepatepec -San Juan Tepa, Km. 2, Hgo., C.P.42660.
Autor para correspondencia: bponce@upfim.edu.mx

Introducción

El trigo se cultiva en todo el mundo bajo diversas condiciones climáticas. Éste ha sido el alimento básico de las principales civilizaciones de Europa, Asia y Norte de África durante más de 8 000 años. En 2007 ocupó el tercer lugar entre los cereales más cultivados después del maíz y el arroz, con una producción mundial de más de 600 millones de toneladas (García et al., 2007, Villaseñor Mir, 2015). La producción nacional de trigo creció 1.8% entre el 2008 y 2013 (Martínez et al., 2016). Como alimento básico, es utilizado en una gran variedad de productos: pan, tortilla, pastas, galletas, entre otros. El trigo también se usa en la producción de alimentos balanceados para animales y en la última década para la generación de biocombustibles (Ribeiro, 2014, Urías et al., 2014).

Por lo anterior, el presente trabajo, basa su investigación en evaluar la altura, macollamiento y número de espigas; así como el rendimiento de biomasa y grano del cultivo de trigo; bajo el sistema de labranza convencional en plano sin rastrojo y el sistema de camas permanentes angostas con rastrojo, con la finalidad de promover nuevas prácticas de siembra en la zona del Valle del Mezquital, Hidalgo.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo; en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. La parcela demostrativa se ubica a una latitud de 20°13'20.45" norte, longitud 99°28.82' a una altitud de 2300 msnm.

La siembra del trigo (variedad Luminaria) se efectuó el día 14 de diciembre del año 2016, considerando 100kg/ha. Se utilizó un sistema de labranza en plano, donde se retiró el 100% rastrojo de maíz del ciclo anterior (MT, LC, R) por otra parte, un sistema de camas permanentes angostas de 0.75 cm al cual se dejó el 100% del rastrojo de maíz del ciclo anterior (MT, CP, D). Ambos tratamientos bajo un sistema de riego rodado.

Los datos agronómicos de altura, no. de tallos (macollamiento), no. de espigas y rendimientos de biomasa y grano se analizaron mediante el software estadístico R-Proyect x64. La comparación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de rango estudentizado de LSD, considerando diferencias significativas con $p < 0.05$.

Resultados y discusiones

En el cuadro 1 se presentan las medias y desviaciones estándares correspondientes a las variables evaluadas en la variedad de trigo Luminaria. En lo que respecta a la altura es evidente que en el tratamiento al que se le dejó el 100% de rastrojo (MT, CP, D) ha reportado mayor altura (aunque estadísticamente no exista diferencia); el rastrojo como cobertura en dicho tratamiento permitió disminuir la evaporación del agua e

incrementar la disponibilidad de nutrientes, lo que favoreció la estructura vegetal del cultivo. Además, el hecho de colocar camas permanentes, posiblemente beneficia el anclaje de raíz al exhibir un equilibrio en el cultivo reflejado en la altura.

Cuadro 1. Variables evaluadas en el cultivo de trigo mediante labranza en plano y camas permanentes, así como manejo de rastrojo.

Tratamiento	Altura de planta (cm)	Macollamiento	No. De espigas
MT, LC, R	78 (1.63) ^a	507.5 (170.23) ^a	353.5 (113.90) ^a
MT, CP, D	81(2.44) ^a	371.5 (117.98) ^b	473.5 (160.44) ^b

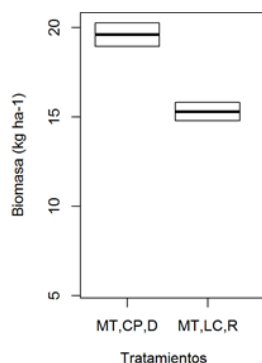
Las medias que no comparten una letra entre filas son significativamente diferentes, (Tukey, $p \leq 0.05$).

MT,LC,R = Rotación maíz-trigo labranza convencional en plano, sin rastrojo.

MT,CP,D = Rotación maíz-avena, camas permanentes, con rastrojo

Por otra parte, en el tratamiento al que se le retiró el 100% de rastrojo de maíz del ciclo anterior y se efectuó una labranza convencional en plano (MT,LC,R), representó mayor macollamiento y diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$), es decir, se logró el 26.79% más en macollamiento, comparado con el tratamiento al que se le dejó el rastrojo y se utilizó camas permanentes (MT, CP, D), posiblemente el efectuar movimiento sobre la línea de siembra y la ausencia de rastrojo sobre la superficie permitió mayor crecimiento de tallos por semilla; sin embargo, cabe mencionar que con respecto al número de espigas, pese a que dicho tratamiento representó tener mayor número de macollos, fue el tratamiento MT, CP, D en donde se reportó mayor número de espigas.

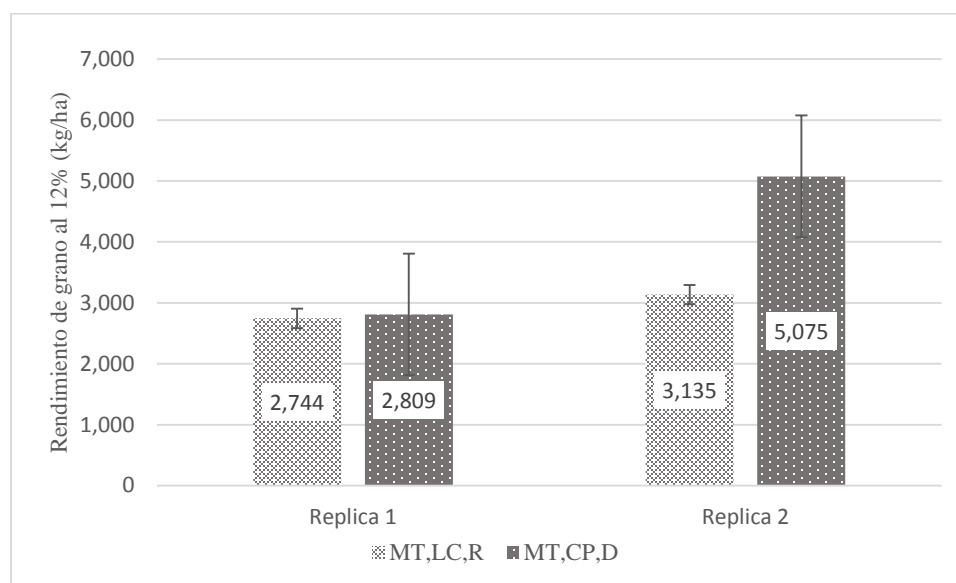
El presente proyecto de investigación ha permitido evidenciar los beneficios del manejo de rastrojo. En el sistema de agricultura de conservación afirma que la cobertura vegetal tiene varios beneficios, entre ellos: reduce el escurrimiento superficial de agua y la erosión del suelo, mejora la textura y la estructura del terreno, existe mayor biodiversidad de microorganismos, incrementa la fertilidad natural del suelo, entre otros (Verhulst et al., 2015, SCHMIDT and AMIOTTI, 2015). Lo anterior, permite comprender el rendimiento de biomasa obtenido. El tratamiento de labranza en camas permanentes aunado al manejo del rastrojo, ha obtenido 4, 327.5 kilogramos de biomasa más que el tratamiento al que se le removió el rastrojo de ciclo anterior (MT, LC, R), como se evidencia en la Figura 1.



Abreviaciones: MT,LC,R = Rotación maíz-trigo labranza convencional en plano, sin rastrojo. MT,CP,D = Rotación maíz-avena, camas permanentes, con rastrojo.

Figura 1. Rendimiento promedio de biomasa para el cultivo de trigo bajo los diferentes sistemas de labranza.

A lo largo del desarrollo del proyecto se logró evidenciar que la labranza en camas permanentes con materia orgánica no solo representa mayor rendimiento en biomasa; el rendimiento de grano también es mayor. La Figura 2 muestra que en ambas replicas efectuadas en el tratamiento MT, CP, D representan mayor tonelaje de grano de trigo.



Abreviaciones: MT,LC,R = Rotación maíz-trigo labranza convencional en plano, sin rastrojo. MT,CP,D = Rotación maíz-avena, camas permanentes, con rastrojo. Se presentan barras verticales del error estándar.

Figura 2. Rendimiento promedio de grano para el cultivo de trigo bajo los diferentes sistemas de labranza.

Al implementar los diferentes sistemas de labranza y manejo de residuo es evidente que el productor se enfrenta a la limitante al implementar parcelas con sistemas que permitan la cobertura vegetal y rotación de cultivos, como lo hace AC; debido a que la mayoría de los productores cuenta con ganado, donde la dieta en la época seca es a base de rastrojo seco como pastoreo o el uso de pacas en casos de semiestabulado, por lo anterior, se sugiere empacar el 50 % del rastrojo y el resto usarlo como cobertura sobre sus parcelas.

Conclusiones

Como resultado de lo anterior, el sistema de labranza en camas permanentes, podría impactar de manera positiva siempre que se acompañe de materia orgánica, la cual, mejora la fertilidad de los suelos contribuyendo en la economía del productor al disminuir la compra de fertilizantes. Con la presencia de la misma, se hace un uso más eficiente de los recursos naturales al conservar y mejorar el suelo. Es importante resaltar que dicha actividad puede disminuir la degradación de los suelos, la tala y quema de rastrojos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) por el suministro de recurso mediante el Convenio TTF-2016-023; y a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), por la infraestructura y personal necesario para la ejecución del proyecto.

Referencias

- GARCÍA, N., ARÉVALO, V., GRAGEDA, C., VUELVAS, C., DÍAZ DE LEÓN, T., AGUILAR, A., RAMÍREZ, R., NARRO, S., BUJANOS, M. & MARÍN, J. 2007. Producción de trigo de riego en el Bajío. *INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México. Folleto técnico*, 94.
- MARTÍNEZ, J. Z., RAMÍREZ, A. M., RODRÍGUEZ, M. D. L. H. & ZAMORA, R. D. J. L. 2016. LA PRODUCCIÓN DE TRIGO EN TLAXCALA, MÉXICO; IMPULSOR DEL DESARROLLO LOCAL?
- RIBEIRO, B. E. 2014. *La dimensión social en la evaluación de tecnologías: el caso del etanol utilizado como biocombustible*. Universidad de Salamanca.
- SCHMIDT, E. S. & AMIOTTI, N. 2015. Propiedades edáficas superficiales en sistemas de agricultura de conservación en la región pampeana semiárida sur. *Ciencia del suelo*, 33, 0-0.
- URÍAS, R. E. U., RAMOS, E. M. & GUERRERO, J. M. M. 2014. Los biocombustibles en América Latina. Actualidad y debates según las experiencias en Brasil, Argentina y México. *Observatorio de la economía Latinoamericana*.
- VERHULST, N., FRANCOIS, I., GRAHMANN, K., COX, R. & GOVAERTS, B. 2015. Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación.
- VILLASEÑOR MIR, H. E. 2015. Sistema de mejoramiento genético de trigo en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FITOHORMONAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD POSCOSECHA EN SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) VAR. SUN SUGAR, EN LA LOCALIDAD DE CHAPOPOTE CHICO, VERACRUZ, MÉXICO

López García Luis Uriel,¹ Rodríguez Martínez Nellybeth,² Cruz Castro Santiago,¹ Sánchez Herrera Susana Graciela,¹ Ponce Lira Brenda

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Domicilio Conocido, Tepatepec, Hidalgo., C.P. 42660

²Asesor Desarrollo Técnico Arysta LifeScience México, S.A. de C.V.

Autor para correspondencia: nrodriguez@upfim.edu.mx

Introducción

México es el octavo productor de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el mundo, superado por China, como principal productor, seguido de Turquía, Irán, Brasil y Estados Unidos. En cuanto a las exportaciones México ocupa el primer lugar, con el 22.9% del total de su producción a Estados Unidos (Fretes & Martínez, 2011). En 2016 la producción de sandía en el país presentó un avance de 753 mil 817 toneladas producidas principalmente en 10 estados de la República: Sonora, Jalisco, Chihuahua, Veracruz, Nayarit, Guerrero, Chiapas, Campeche, Oaxaca y Coahuila (Sagarpa, 2016).

El estado de Veracruz es el segundo productor de sandía de temporal, con el 21.6% de la superficie sembrada a nivel nacional. En 2011 se registró una superficie cosechada de 3, 404 has., con un rendimiento de 16.2 ton ha⁻¹, a un precio medio Rural de 2, 260.0 por tonelada, lo que representa un valor de la producción de 180.4. Millones de pesos (Sagarpa, 2012).

Diversos estudios establecen que un grupo de sustancias hormonales tiene una función importante en el control de procesos fisiológicos en las plantas, compuestos que se denominan fitohormonas y que se definen como “sustancias sintetizadas en el tejido vegetal, que en pequeñas cantidades pueden ejercer un efecto en el mismo vegetal o bien, ser trasladadas a otras partes del organismo y regular respuestas bioquímicas, fisiológicas, morfológicas o ambos”. Las fitohormonas permiten el incremento en el tamaño y la calidad de frutos, regulan el crecimiento que afectan el desarrollo de flores y frutos. La aplicación de giberelinas puede inducir el desarrollo del fruto incluso en ausencia de polinización (Santos, et al., 2010). El incremento en el peso y tamaño del producto se debe a la aplicación exógena de reguladores del crecimiento, lo cual, suple la falta de estas hormonas en los frutos y por ende incrementan el tamaño y peso. La semilla es la fuente de hormonas como giberelinas y citocininas, las cuales, son las responsables de la multiplicación y división celular (Chen, 1983, citado por (Barraza & López, 2009). Las hormonas vegetales o reguladores de crecimiento en las plantas constituyen una solución potencial al problema de escasez alimentaria en el mundo, ya que por medio de su uso, es posible incrementar la producción de alimentos (Bieto & Talon, 2003).

En México se evalúan diversas marcas comerciales que se dedican a la distribución de productos a base de fitohormonas, tal es el caso de Barillas en 2014, donde la aplicación de Biofrut® (Giberelinas (GA3) 57.14%) a plantas de melón a los 42 días después del trasplante, estimuló el crecimiento de los frutos e incremento el rendimiento en 37 Kg/ha de melón para exportación. La aplicación de Biofrut® mostró incremento en tamaño y peso de frutos (Chen, 1983; citado por (Barraza & López, 2009). Por su parte Oxlaaj en 2014, observó que el tratamiento con Biofrut® + K-fol®, incrementó toneladas de azúcar por hectárea comparado con el testigo comercial.

En cítricos la aplicación de Biozyme TF®, tuvo un efecto positivo tanto en calidad como en rendimiento mostrando estadísticamente que su aplicación estimula de manera positiva la concentración de sólidos solubles totales (Delgado, 2010). Por otra parte León Ochoa en 2011, muestra que la aplicación de Biozyme

TF® micronutrientes foliares “Poliquel multi” y “Poliquel zinc”, presenta mayores resultados numéricos en cuanto a las variables; peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza, °Brix, pH y % de jugo en el cultivo de toronja. Otro estudio demostró que en naranja la aplicación de Biozyme TF® + Foltron plus® estimula de manera considerable algunas variables de calidad como: grados brix, color, diámetro polar, diámetro ecuatorial, contenido de jugo, pH, y número de gajos (Lunas, et al., 2013).

En este contexto, el presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de fitohormonas, macro y micro nutrientes, sobre el rendimiento y la calidad poscosecha en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.), en la localidad de Chapopote, Veracruz, México.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en los meses de Enero a Abril de 2017, en la localidad de Chapopote Chico Municipio de Chalma, Veracruz, México, cuya ubicación geográfica es de 21°15'84" Latitud Norte y -98° 21'69" Longitud Oeste a 75.0 msnm. Dicha zona registra una temperatura máxima anual de 30.3 °C, una media de 24.6 °C, y una mínima de 18.9 °C, además de 1,456.8 mm de precipitación durante el año. El estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de sandía en condiciones de riego por goteo. Utilizando la variedad “Sun sugar” cuyas características son: frutos largos cuyo peso oscila entre los 12 y 20 Kg., de color verde claro, con estrías verde oscuro.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones (cuadro 1), a cada tratamiento se le adicione diversos productos cuyos ingredientes activos son hormonas sintéticas y las cuales se aplicaron en apego de las recomendaciones de la etiqueta. Los productos se aplicaron a los 30 días después de la siembra (Dds) y a los 15 días después de la primera aplicación (Dd1aA) por vía foliar.

Cuadro No. 1. Producto aplicado, ingrediente activo (IA), dosis aplicada, etapa fisiológica, intervalos y método de aplicación.

Trat.	Producto	Ingrediente Activo	Dosis (ml/g/ha)	Ciclo fenológico de la aplicación	Intervalo de aplicación	Método de aplicación
T1	Biozyme TF®	Fitohormonas	1 L/ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T2	Fitobolic®	Fitohormonas y micronutrientes	1 L/ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T3	Biofrut®	Ácido giberélico	100 g/ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T4	K-fol® + Biozyme®	Potasio y fitohormonas	1 Kg/ha + 1 L/ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T5	Foltron XL® + Fitobolic®	Folcisteína y fitohormonas	1 L.ha + 1 L.ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T6	Atonik® + Biofrut®	Nitrofenoles y ácido giberélico	1 L.ha + 100 g.ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T7	Maxigrow Excel®	Extractor orgánicos y micronutrientes	1 L.ha	30 Dds y 15 Dd1aA	15 días	Foliar
T8	Testigo	-----	-----	-----	-----	-----

Las variables evaluadas fueron: Longitud de tallo, diámetro ecuatorial y polar, grados brix y peso del fruto. La cosecha se realizó a los 100 Dds, cuyo indicador fue la madurez fisiológica en la mayoría de los frutos. Una vez recolectados se tomaron datos de diámetro ecuatorial y polar utilizando un flexómetro, posteriormente se pesaron en una balanza electrónica de precisión. Los grados Brix se determinaron en la parte central y en el ápice de cada fruto, con ayuda de un refractómetro manual 0-50% Act Brix (SKU: XEGRHBO-50ATC).

El análisis de varianza y prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), se realizó mediante el software SAS ver 9®

Resultados y discusión

La adición de fitohormonas como Biofrut® al cultivo de sandía, incrementó el rendimiento en un 49.13% (17 ton ha⁻¹), siendo este el tratamiento estadísticamente más significativo (figura 1). El resto de los tratamientos mostraron similar comportamiento estadístico, el de menor rendimiento es el testigo con 34.6 ton ha⁻¹, dicho comportamiento está documentado por Chen en 1983; citado por Barraza y López en 2009, quienes establecen que la aplicación de Biofrut® mostró incremento en tamaño y peso de frutos.

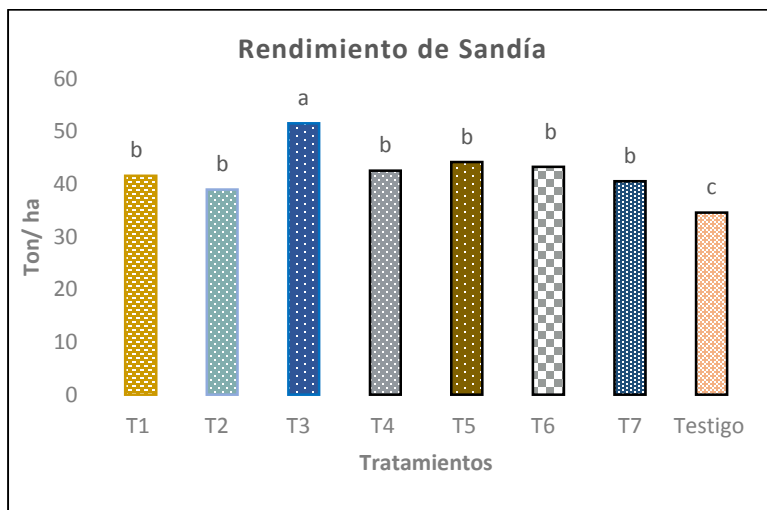


Fig. No. 1.- Rendimiento de diferentes tratamientos del cultivo de sandía

En relación al contenido de sólidos solubles la figura 2, muestra que el tratamiento con la adición de Biozyme® es altamente significativo, por lo tanto, se trata de frutos con mayor dulzor. Los tratamientos que son estadísticamente iguales son; Fitobolic®, Biofrut®, K- fol® + Biozyme®, Foltron XL® + Fitobolic®, Atonik®, + Biofrut®, Maxigrow® y el Testigo, este comportamiento coincide con Lunas, et al., en 2013, quienes establecieron que la aplicación de Biozyme TF® + Foltron plus® estimula de manera considerable algunas variables de calidad como: grados brix, color, diámetro polar, diámetro ecuatorial, contenido de jugo, pH, y numero de gajos, entre otros, en cultivo de naranja.

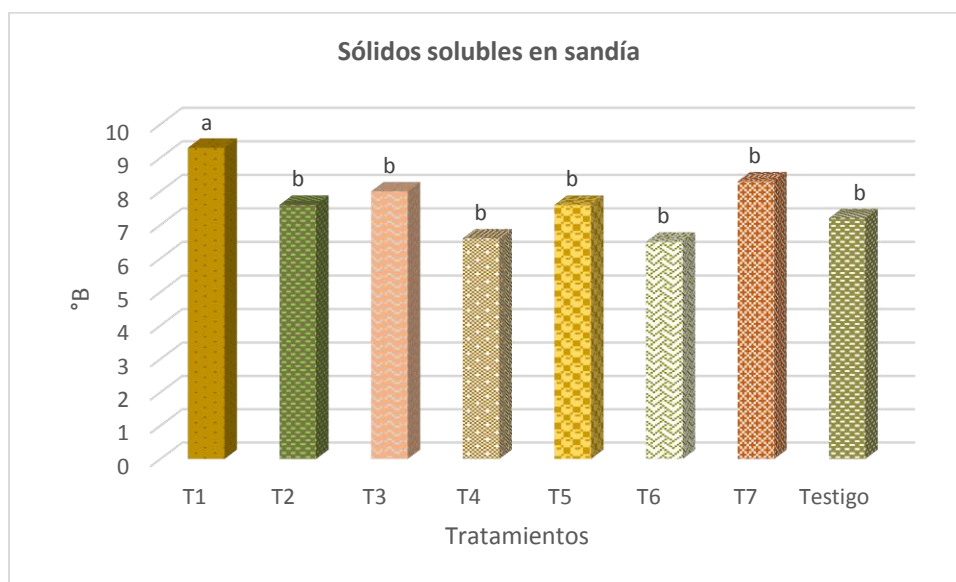


Figura No. 1. Grados Brix presentes en frutos de sandía.

Conclusiones

La adición de fitohormonas como Biofrut® aplicadas de manera foliar (30 Dds y 45 Dds) es recomendable para incrementar la floración, rendimiento y grados Brix en el cultivo de sandía variedad Sun sugar.

El contenido de sólidos solubles se incrementa con la aplicación de Biozyme TF®, producto a base de fitohormonas, favorece el dulzor en los frutos de sandía en 2.8° B, respecto al testigo.

El mejor tratamiento fue en el que se aplicó Biofrut®, el cual permitió incrementar el rendimiento en un 49.13, lo que significa un rendimiento de 17 toneladas por hectárea superior al testigo.

Literatura citada

Barraza, M. H. & López, V. V. 2009. Incremento del amarre y tamaño de frutos partenocárpicos en mango “Ataulfo” con reguladores de crecimiento. Rev. Chapingo, Ser. Horticultura. Vol. 15:02. Chapingo. Pp 2-6.
Barillas, H.R. 2014. Rendimiento en el cultivo de melón HoneyDew híbrido 252 HQ, utilizando hormonas reguladoras de crecimiento en dos etapas fenológicas. Universidad Rafael Landívar. Pp2-6.

Bieto, J. A. & Talón, M. 2003. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. Mc Graw –Hill. Madrid España; Interamericana de España. S. A. U.

Delgado, V. A. 2010. Efecto de un complejo hormonal y micronutrientes sobre el rendimiento y calidad del fruto de naranja valencia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 2-10.

Frete, F. & Martínez, M. 2011. Sandía Análisis de la cadena de valor en el departamento de concepción. United States Agency for International Development, en español Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Asunción Paraguay

Lunas, J.J. Cano, A.M., Salas, V.M. 2013. Complejo hormonal con micronutrientes, en producción y calidad de naranja “valencia” en cuatro etapas experimentales. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, A.C. e Instituto Tecnológico de Roque. Formato digital ISBN 978-607-96093-1-3, PP 257-264

Ochoa, R.D. 2011. Efecto del Regulador de Crecimiento Biozyme TF en la producción de “toronja Marsh” (*Citrus paradisi* Macf). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 2-25

Oxlaj, J.R. 2014. Efecto de cuatro programas estimulantes sobre la maduración de la caña de azúcar variedad CP88-1165. Universidad de Rafael Landívar, 2-32.

SAGARPA. 2012. Monitor Agroeconómico. Secretaria de Fomento a los Agronegocios, 4-6

SAGARPA. 2016. Comunicado de Prensa. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2016/octubre/Documents/JAC0429-21.PDF>.

Santos, F. E. Guitarte, J.L. & Carro M.D. 2010. Fundamentos básicos de Fisiología Vegetal y Animal. Madrid España. Pearson Educación S.A.

EVALUACIÓN DEL GRADO DE LETALIDAD OCASIONADA POR LA PATOGÉNESIS DE TRES CEPAS DE HONGOS (*Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) EN LARVAS DE *Diatraea considerata* EN BIOENSAYOS

¹Alvarado Hernández Irieth Arely, ¹Escorza Pérez Francisco, ¹Leines Ramírez Sinuhé

¹Universidad Politécnica de Huejutla, Parque Industrial siglo XXI, Carretera Huejutla-Chalauiyapa km 3.5 Huejutla, Hidalgo, México. CP. 43050.

Autor para correspondencia: fescorza@uphuejutla.edu.mx

Introducción

El control biológico, es una alternativa para la sustitución de los insecticidas químicos a través de la implementación de BioInsecticidas, su origen puede ser microbiano o bioquímico. Una de las ventajas de su uso, a diferencia de los insecticidas químicos, es que al degradarse no generan residuos tóxicos (Nicholls Estrada, 2008). En el presente trabajo, se evalúa la efectividad de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* y *B. bassiana* a nivel laboratorio, al tratar de eliminar a larvas del gusano barrenador de la caña de azúcar (*D. considerata*) en bioensayos.

Materiales y métodos

Las cepas de hongos entomopatógenos fueron proporcionadas por el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa).

Preparación del sustrato: Se utilizó arroz descascarillado y pulido (300 g por cada bolsa), el cual, fue esterilizado 60 min a una temperatura de 121°C, para posteriormente ser Temperizado. (Vejar Cota, 2016).

Inoculación del sustrato: Se llevó a cabo la producción de esporas por medio de fermentación líquida, con 100 mL de agua destilada. Con una micropipeta se añadieron 25 mL del inóculo en las bolsas con arroz y se dejaron incubar por 15 días a 25 - 28°C. Se removió el arroz cada tercer día para aumentar la superficie de contacto entre esporas y sustrato e incrementar el desarrollo del hongo (Acuña Jiménez, et al., 2015). Después se determinó la concentración de esporas llevando a cabo diluciones con Tween 80® (Polisorbato 80) al 0.26%. Posteriormente se llevaron a cabo bioensayos utilizando 6 tratamientos (T_0 Testigo, T_1 - T_5 108, 107, 106, 105, 104) y llevando a cabo 3 repeticiones (para cada cepa). Los cuales consistieron en exponer larvas de gusano barrenador (*Diatraea considerata*) de primer instar a diferentes concentraciones de los hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*), posteriormente estas fueron revisadas durante 10 días para llevar el control del índice de mortalidad (Vejar Cota, 2016).

Resultados y discusión

Se analizó la mortalidad ocasionada por la patogenicidad de tres cepas de hongos [*Metarhizium anisopliae* (*Mam* y *MI*) y *Beauveria bassiana* (*B14-5*)], los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza para cada cepa por separado, esto en un diseño de bloques completamente aleatorizados, bloqueando los días y las repeticiones. Además, se hizo una comparación de medias por el método de Tukey con un α de 0.05.

El cuadro 1, muestra que la cepa *Mam* mostró que a mayor concentración de esporas hay una relación directamente proporcional con la mortalidad, demostrando que hay diferencias significativas entre las concentraciones de 10^8 10^7 y 10^6 y que no hay diferencias significativas con respecto al testigo y a las concentraciones 10^5 y 10^4 . Se crearon gráficas a partir de las medias de las repeticiones respecto a los días, para el caso de la cepa *MAM* (figura 1), se muestra que la mortalidad aumenta ante la exposición prolongada

de las larvas con las esporas. En donde existen diferencias significativas a partir del tercer día de exposición siendo los tratamientos T_1 T_2 y T_3 los que generaron una mayor mortalidad.

El cuadro 2 muestra que en la cepa $M1$ existe mayor mortalidad a mayor concentración de esporas (T_1 , T_2 , T_3), que en los tratamientos de menor concentración (T_4 , T_5 y T_0), reflejándose estos datos en la figura 2, donde se puede apreciar que a partir del tercer día el índice de mortalidad comienza a crecer. Sin embargo, para la cepa $B 14-5$ (cuadro 3), los datos de mortalidad no superan el 50% de la población, también, puede observarse en la figura 3, que la mortalidad empieza a darse a partir del tercer día, al quinto día ya no se presenta mortalidad, por lo que se puede mencionar que la cepa $B 14-5$ ocasiona daños en las larvas de *Diatraea considerata*, pero es menor comparado con las otras dos cepas, siendo la mejor, la cepa MaM del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. Por lo que, la cepa MaM del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* es la cepa que presentó mayor mortalidad en las larvas de gusano barrenador (*Diatraea considerata*), posteriormente, la cepa $M1$ y después la cepa $B 14-5$. Estos datos fueron obtenidos a partir de los bioensayos realizados, sin embargo, para comprobar la efectividad de los hongos entomopatógenos sería necesario llevar a cabo pruebas en campo, de esta manera, se tendría mayor seguridad de los datos obtenidos en este trabajo.

Cuadro 1. Comparación de medias por Tukey de los tratamientos con respecto a la mortalidad de larvas de *Diatraea considerata* para la cepa MaM .

Cepa MaM (<i>Metarhizium anisopliae</i>)		
Tratamiento	Concentración	Eliminados
T_1	8×10^8	12.37 _a
T_2	8×10^7	9.13 _b
T_3	8×10^6	6.83 _c
T_4	8×10^5	2.60 _d
T_5	8×10^4	0.60 _e
T_0	Testigo	0.80 _e

Cuadro 2. Comparación de medias por Tukey de los tratamientos con respecto a la mortalidad de larvas de *Diatraea considerata* para la cepa $M1$.

Cepa $M1$ (<i>Metarhizium anisopliae</i>)		
Tratamiento	Concentración	Eliminados
T_1	5.7×10^8	12.10 _a
T_2	5.7×10^7	8.40 _b
T_3	5.7×10^6	4.77 _c
T_4	5.7×10^5	3.03 _{de}
T_5	5.7×10^4	1.36 _{de}
T_0	Testigo	1.60 _{de}

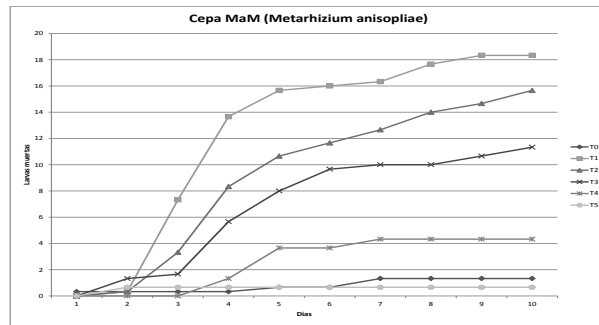


Figura 1. Efecto del tiempo de exposición de las esporas de la cepa MaM respecto a la mortalidad de las larvas de *Diatraea considerata*.

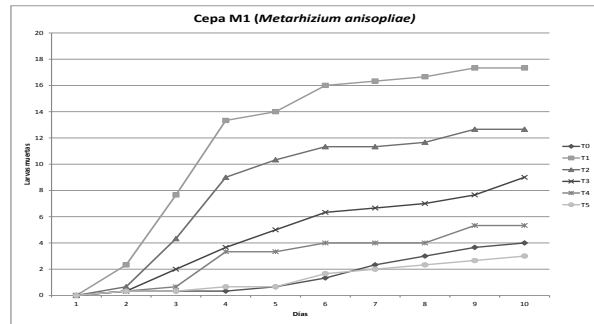


Figura 2. Efecto del tiempo de exposición de las esporas de la cepa $M1$ respecto a la mortalidad de las larvas de *Diatraea considerata*.

Cuadro 3. Comparación de medias por Tukey de los tratamientos con respecto a la mortalidad de larvas de *Diatrea considerata* para la cepa B 14-5.

Cepa B 14-5 (<i>Beauveria bassiana</i>)		
Tratamiento	Concentración	Eliminados
T_1	6×10^8	9.93 _a
T_2	6×10^7	5.8 _b
T_3	6×10^6	4.36 _c
T_4	6×10^5	3.16 _{cd}
T_5	6×10^4	2.0 _d
T_0	Testigo	0.63 _{de}

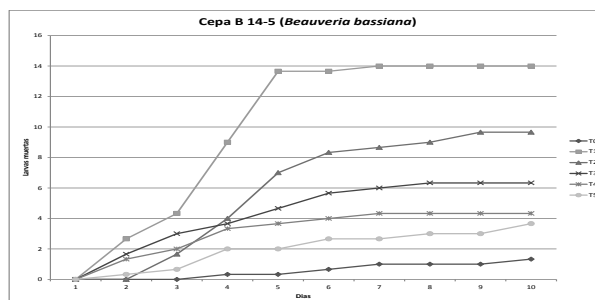


Figura 3. Efecto del tiempo de exposición de las esporas de la cepa B 14-5 respecto a la mortalidad de las larvas de *Diatraea considerata*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa), ubicado en el municipio de Guasave Sinaloa por todas las facilidades brindadas para poder llevar a cabo la presente investigación en sus instalaciones.

Referencias

- Acuña Jiménez, M. y otros, 2015. Formulación de *Metarhizium anisopliae* (metschnikoff) sorokin con polímeros biodegradables y su virulencia contra *heliiothis virescens* (fabricius). Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 3(31), pp. 219 - 226.
- Nicholls Estrada, C. I., 2008. *Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico*. Primera ed. Medellín Colombia: Universidad de Antioquia.
- Vejar Cota, G. 2016. Evaluación de la efectividad de hongos entomopatógenos en barrenadores del tallo de la caña de azúcar (*Lepidoptera: Crambidae* en Sinaloa). Guasave, Sinaloa, México. Instituto Politécnico Nacional: Tesis.

EFFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO EN LA SÍNTESIS DE FENOLES EN PLANTAS DE FRIJOL, EN CONTRA DE *Rhizoctonia solani*

¹Moctezuma-Bautista, K., ²Landero-Valenzuela, N., ²Lara-Vivero, F. M., ¹Andrade-Hoyos, P. y ¹Cerón-Hernández L. A.

¹Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Agrotecnología. Domicilio Conocido, Tepatepec, Hidalgo, México, C.P. 42660. ²Consejo Nacional de Ciencia y tecnología. Programa Cátedras CONACyT. Comisionado a la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

Autor de correspondencia: moctezuma.karina@colpos.mx, kbautista163@gmail.com

Introducción

El frijol es la leguminosa de mayor importancia en el consumo humano, al ser un alimento básico en la comida mexicana y ser una fuente de proteínas (SIAP, 2016). México además de ser el tercer cultivo debido a la superficie ocupada, seguida del maíz grano y sorgo grano, se cultiva en casi todo el territorio nacional, durante 2014 se cosecharon 1.68 millones de hectáreas de frijol (FIRA, 2016; SIAP, 2016). Gran cantidad de enfermedades bacterianas, fungosas y virales ocurre anualmente en regiones productoras de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en todo el mundo, representando pérdidas económicas anuales para los productores. Los patógenos ocasionan alteraciones metabólicas desfavorables que inducen síntesis de enzimas de defensa en la planta, por ejemplo, obstruyendo el establecimiento del agente (Lozoya-Saldaña *et al.*, 2007).

El ácido salicílico se relaciona con la producción de compuestos fenólicos (Rodríguez-Brandão *et al.*, 2014), los cuales representan un amplio grupo de compuestos propios de las plantas, estos juegan un papel fundamental en la adaptación a condiciones bióticas y abióticas (Farah y Donangelo, 2006; Lattanzio *et al.*, 2006). El objetivo del presente trabajo es conocer el tiempo de mayor síntesis de fenoles después de la aplicación de ácido salicílico y su efecto en la inducción de resistencia *in vitro* sobre *R. solani*.

Materiales y métodos

Se generó una curva de calibración para el ácido gálico para determinar el α máxima. Se asperjaron 90 plantas (30 por tratamiento) con 0, 0.4 y 0.8 Mm, cuatro horas después se colectaron hojas de cinco plantas de todos los tratamientos, inmediatamente se maceraron en morteros con nitrógeno líquido, y guardaron, este procedimiento se realizó a las 8, 11 y 23 horas después de la aplicación de ácido salicílico. Se colocó 1g de las hojas maceradas en 1mL de etanol, y se guardaron en tubos de plástico para analizarse. De las muestras guardadas en tubos se tomó 1 mL y se le agregó 3mL de etanol, se filtró obteniendo 2mL y se aforo a 40 mL. Las muestras fueron analizadas a 307 nM en un espectrofotómetro DR 6000™ UV visible para conocer la absorbancia.

Se preparó una solución madre, 1.38g de ácido salicílico en 40 mL de metanol para tener una concentración a 250 mM. Se realizaron tres concentraciones de ácido salicílico 0, 0.4 y 0.8 mM con un pH de 6.0. Se asperjaron 20 plantas por tratamiento, hasta que la planta estuvo lo suficientemente cubierta. Cuatro horas después de la aplicación se colectaron 50 hojas de frijol por tratamiento y se almacenaron en frascos de vidrio con 300mL de metanol. Los frascos con las muestras se dejaron reposar durante 72 horas, evitando el contacto de la luz. Se filtró y colocó en un rotavapor a 40°C hasta obtener el extracto puro.

Se estableció un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, los tratamientos 0, 0.4 y 0.8 mM a concentraciones del extracto de (2, 4 y 6 % de extracto), un testigo químico (clorotalonil + metalaxyl-m) a 500 ppm y un testigo absoluto (*R. solani*). El medio de cultivo utilizado fue PDA (Agar de dextrosa y papa). El crecimiento micelial se midió con un vernier digital, cada 12 horas, desde el inicio del crecimiento del testigo absoluto hasta que este tuviera el 100% de crecimiento. Los datos fueron sometidos a pruebas de

normalidad (Shapiro Wilk) y homostacidad (Barret), la curva del progreso del crecimiento micelial del hongo se calculó por medio del método de los polígonos, y las áreas resultantes fueron sometidas a análisis de varianza y a pruebas de separación de medias mediante el programa Statistical Analysis System, versión 9 para Windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados y Discusión

La concentración de fenoles de acuerdo al análisis de varianza se observó diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P < 0.0001$) como se muestra en el cuadro 1, con una R^2 de 0.80. El mejor tratamiento de acuerdo a la concentración de fenoles fue cuando las plantas fueron colectadas cuatro horas después de la aplicación de ácido salicílico (4H), sin embargo, los tratamientos de 11 y 23 horas fueron estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes al tratamiento de 8 horas (Cuadro 1) de acuerdo a la prueba de Tukey ($P = 0.05$).

Cuadro 1 Concentración de fenoles en plantas de frijol después de haber sido asperjadas con ácido salicílico.

TTOS	Medias de concentración de fenol (Absorbancia) *
4H **	0.254 ^a
11H	0.158 ^b
23H	0.125 ^b
8H	0.085 ^c

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P = 0.05$)

** 4H = Plantas de frijol colectadas 4 horas después de la aplicación de ácido salicílico, 11H = Plantas de frijol colectadas 11 horas después de la aplicación de ácido salicílico, 23H = Plantas de frijol colectadas 23 horas después de la aplicación de ácido salicílico, 8H = Plantas de frijol colectadas 8 horas después de la aplicación de ácido salicílico

Tucuch-Haas *et al.*, (2017) encontraron que el ácido salicílico aumentó la concentración total de fenoles solubles (FST) en plántulas de maíz con una concentración media de 877.2 mg g⁻¹ de materia seca y Caicedo *et al.*, (2009) observó el incremento de fenoles en lulos en estado verde y maduros, a las 30, 96 y 144 inoculados con *Colletotrichum acutatum*, causante de la antracnosis, después de la inoculación.

El mejor tratamiento durante las cuatro lecturas que mantuvo el menor crecimiento fue ASB6 comparado con el TQ, el cual no presentó el desarrollo de *R. solani*. El crecimiento de *R. solani* con bajas concentraciones de extracto y de ácido salicílico propician el desarrollo del hongo. Sin embargo, a mayor concentración de extracto y de ácido salicílico, reduce el crecimiento del hongo comparado con el testigo químico el cual no presentó ningún desarrollo del hongo (Figura 1).

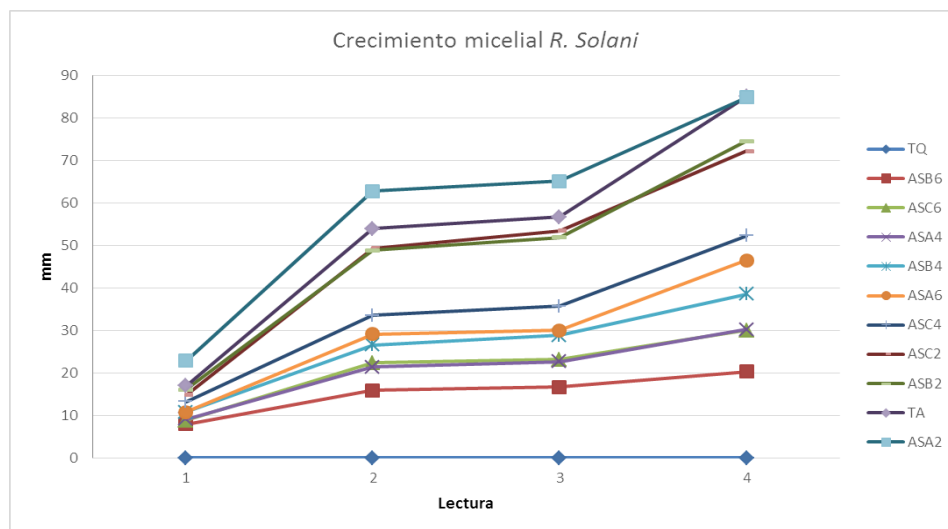


Figura 1. Crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* bajo diferentes concentraciones de extracto en frijol tratadas con diferentes concentraciones de ácido salicílico.

*TQ = Plantas tratadas con Blasón Ultra, ASB6 = Extracto al 6% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, ASC6 = Extracto al 6% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASA4 = Extracto al 4% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM, ASB4 = Extracto al 4% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, ASA6 = Extracto al 6% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM, ASC4 = Extracto al 4% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASC2 = Extracto al 2% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASB2 = Extracto al 2% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, TA = Testigo absoluto, ASA2 = Extracto al 2% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM.

Estudios realizados en una gran variedad de plantas, demuestran que el AS incrementa la respuesta al control de patógenos e induce resistencia a enfermedades (Rivas-San Vicente y Plasencia, 2011). La etapa fisiológica de la planta tiene efectos positivos y negativos, por ejemplo, cuando en *Arabidopsis* comienza la maduración los niveles de ácido salicílico incrementan generando resistencia a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall (Hammerschmidt, 2004).

El crecimiento micelial analizado por tratamiento (Cuadro 2) muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($Pr < 0.0001$), con una R^2 de 0.96. El tratamiento ASB6 tuvo una mayor efectividad (71%) en comparación con los tratamientos, excepto el TQ con una efectividad del 100% sobre el desarrollo *R.solani*.

Cuadro 2 Medias del crecimiento micelial cuando se aplicaron tratamientos con extractos de plantas de frijol a diferentes concentraciones después de aplicar ácido salicílico.

Tratamientos	Medias de crecimiento micelial *	Efectividad (%)
ASA2 **	181.734 ^a	--
TA	161.661 ^{ba}	0
ASC2	146.336 ^b	9.48
ASB2	145.994 ^b	9.69
ASC4	92.405 ^c	42.84

ASA6	87.814 ^c	45.68
ASB4	80.148 ^c	50.42
ASC6	64.949 ^{dc}	59.82
ASA4	63.728 ^{dc}	60.58
ASB6	46.786 ^d	71.06
TQ	0 ^e	100

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (p=0.05)

**ASA2 = Extracto al 2% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM, TA = Testigo absoluto, ASC2 = Extracto al 2% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASB2 = Extracto al 2% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, ASC4 = Extracto al 4% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASA6 = Extracto al 6% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM, ASB4 = Extracto al 4% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, ASC6 = Extracto al 6% obtenido de plantas sin tratar con ácido salicílico, ASA4 = Extracto al 4% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.4 mM, ASB6 = Extracto al 6% obtenido de plantas tratadas con ácido salicílico a una concentración de 0.8 mM, TQ = Plantas tratadas con Blasón Ultra.

Zainuri y Cols, (2001) observaron que la severidad causada por la antracnosis en poscosecha *Colletotrichum gloeosporioides* en mango se redujo, debido a la aplicación de ácido salicílico. Santamaría *et al.* 2011 en su estudio sobre el fruto de papaya Maradol, logró una efectividad de control sobre *C. gloeosporioides* (9 días después de la inoculación) y *C. dematium* (11 días después de la inoculación) del 6.25 y 33.3% cuando hizo aplicaciones de ácido salicílico a 1×10^{-4} M (0.1mM). Para el caso del presente estudio la efectividad con el mejor tratamiento fue de 71.06%, sin embargo, hay que hacer notar que el desarrollo de la investigación fue *in vitro*, mientras que Santamaría *et al.*, 2011 la llevó a cabo sobre frutos vivos.

Literatura citada

- Caicedo, O., Higuera, B. L. y Martínez, Sixta. 2009. Inducción de actividad peroxidasa y de fenoles totales como respuesta del fruto de lulo (*Solanum quitoense* L.) al patógeno causal de la antracnosis. Revista Colombiana de Química 38(1): 25-42.
- Farah, A. y Donangelo, C. M. 2006. Phenolic compounds in coffee. Brazilian Journal of Plant Physiology 18 (1):23-36.
- FIRA. 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y Evaluación Económica y Sectorial. mexicana [en línea] disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf (revisado el 30 de septiembre de 2017).
- Hammerschmidt, R., 2004. Secondary metabolites and resistance: more evidence for a classical defense. Physiological and Molecular Plant Pathology 65: 169-170.
- Lattanzio, V., Lattanzio, V. M. T. y Cardinali, A. 2006. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. Phytochemistry: Advances in Research. Imperato F. (ed.). Research Signpost. Trivandrum. Kerala, India. pp. 23-67.
- Lozoya-Saldaña, H., Rivera-Hinojosa, R. y Colinas-León, M. T. 2007. Fenoles, peroxidasa y fenilalanina amonio-lyasa: su relación con la resistencia genética de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) contra el tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary). Agrociencia. 41: 479-489.

- Rivas-San Vicente, M. y Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond: its role in plant growth and development. *J. Exp. Bot.* 62(10): 1-18.
- Rodrigues-Brandão, I., Moraes, K. A., Millech, E. A., Conceição, L. M., Amarante, L., Peters, J. A. y Bolacel B. E. J. 2014. Salicylic acid on antioxidant activity and betacyanin in production from leaves of *Alternanthera tenella*. *Ciência Rural* 44 (10):1893-1898.
- Santamaría, B. F., Díaz, P. R., Gutiérrez, A. O., Santamaría, F. J. Y Larqué, S. A. 2011. Control de dos especies de *Colletotrichum* y su efecto sobre el color y sólidos solubles totales en fruto de papaya Maradol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(5): 631-643.
- SIAP. 2016. El frijol. Fuente de Energía y delicioso alimento básico en la comida mexicana [en línea] disponible en <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-frijol> revisado el 31 de septiembre de 2017).
- Tucuch-Haas, C., Alcántar-González, G., Salinas-Moreno, Y., Trejo-Téllez, L. I., Volke-Haller, V. H. y Larqué-Saavedra, A. 2017. Aspersión foliar de ácido salicílico incrementa la concentración de fenoles en el grano de maíz. *Revista de Fitotecnia Mexicana*. 40 (2): 235–238.
- Zainuri, D. C., Wearing, A. H., Coates, L. y Terry. L. 2001. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of ‘Kensigtown Pride’ mango fruit. *Aust. J. Exp. Agric.* 41:805-813.

EVALUACIÓN DE *Aceria malherbae* PARA EL CONTROL DE *Convolvulus arvensis* EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

¹Gómez Mercado René, ²Tamayo Esquer Luis Miguel, ¹Alvarado Padilla Jorge Iván y ³Cervantes Lugo Ulises.

¹Campo Experimental Valle de Mexicali, CIRNO, INIFAP, ²Campo Experimental Norman E. Borlaug, CIRNO, INIFAP. ³Unidad Académica Reserva de la Biosfera, UPFIM.

Autor para correspondencia: mercado.rene@inifap.gob.mx

Introducción

La correhuela perenne (*Convolvulus arvensis* L.) es una de las principales malas hiervas a nivel mundial y de importancia económica en el noroeste de México. Su establecimiento y propagación es debido a su alta producción de semilla con viabilidad hasta por 20 años; además, se reproduce eficientemente por fragmentos de rizomas, capaces de formar nuevos focos de infestación (Martínez, 2003; Rodríguez, 2009).

Por otro lado, *Aceria malherbae* (Nuzzaci *et al.*, 1985) ha sido colectado en hojas jóvenes de *C. arvensis* en España, Grecia (Rosenthal & Buckingham, 1982) y Estados Unidos (Bold & Sobhian, 1993). Este ácaro ataca el haz de las hojas jóvenes, causando hipertrofia de las células y una deformación de la hoja. Cuando los ácaros infestan brotes tiernos, inhibe el crecimiento de los tallos (Rosenthal, 1983), la formación de hojas y la floración (Gómez *et al.*, 2016). Además, *A. malherbae* es particularmente importante para la supresión de poblaciones de *C. arvensis*, ya que es un herbívoro específico útil para en el control esta arvense (Rosenthal, 1993).

En el manejo integrado de plagas, el control biológico permite se utilicen enemigos naturales para disminuir la población de un organismo dañino. Motivo por el cual, se evaluó el comportamiento de *A. malherbae* en el Valle de Mexicali como una estrategia para el manejo integrado de la correhuela perenne.

Materiales y métodos

El material biológico fue proporcionado por el Campo Experimental Norman E. Borlaug, Obregón, Son., en masetas inoculadas con *A. malherbae*. Para evaluar el comportamiento del ácaro bajo las condiciones del Valle de Mexicali, en el mes de mayo del 2015 se creó el acario mediante la inoculación directa del ácaro en un área de 15 m² con correhuela perenne, en la estación experimental Chapultepec del Campo Experimental Valle de Mexicali. La técnica de inoculación utilizada fue mediante el trenzado de guías infestadas con las guías sanas. Se colocaron ocho masetas en el área y éstas fueron distribuidas en espiral. Se establecieron 10 cuadros fijos de 0.25 m² en los que se realizaron muestreos cada quince días durante los meses de mayo 2015 a agosto 2016; durante este periodo, se registró el número de guías por plantas, longitud de guías y porcentaje de control. Además, se realizó monitoreo de áreas sin inocular para realizar comparaciones. Se colectaron 10 muestras para verificar la presencia del ácaro y éstas fueron observadas en el laboratorio de Entomología del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California. Por otro lado, los datos obtenidos fueron comparados con las condiciones climáticas del Valle. Los datos climáticos fueron obtenidos de la página SIMARBC y se elaboraron tablas de datos de las estaciones Nuevo León y Zacatecas (temperatura, precipitación, humedad relativa y horas calor) pertenecientes a los meses de observación.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de los muestreos realizados durante mayo 2015 a agosto 2016, expresan una diferencia significativa en la longitud de las guías. La comparación entre plantas inoculadas y sin inocular dio como resultado una evidente diferencia en la longitud de guías en plantas sin inocular, presentando una longitud mayor en comparación con las plantas infestadas con el ácaro agallador. Se observó en promedio

una reducción en la longitud de las guías inoculadas en un 30.6% respecto a las guías sin inocular, como se observa en la Figura 1.

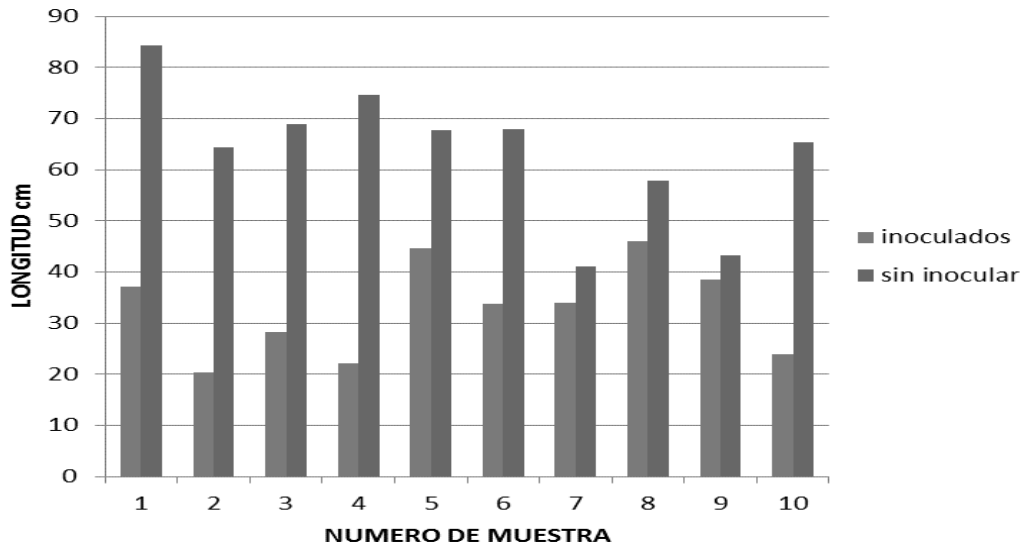


Figura 1. Comparación de la longitud de guías entre plantas inoculadas y sin inocular.

Por otro lado, respecto a la comparación entre el número de guías por plantas por metro cuadrado entre áreas inoculadas y sin inocular, se observó una diferencia entre el número de guías desarrolladas en plantas inoculadas y no inoculadas, presentando una mayor cantidad de guías en áreas sin inocular. Se observó en promedio una reducción del 29.57% del número de guías en plantas inoculadas respecto al número de guías de plantas sin inocular, como se observa en la Figura 2.

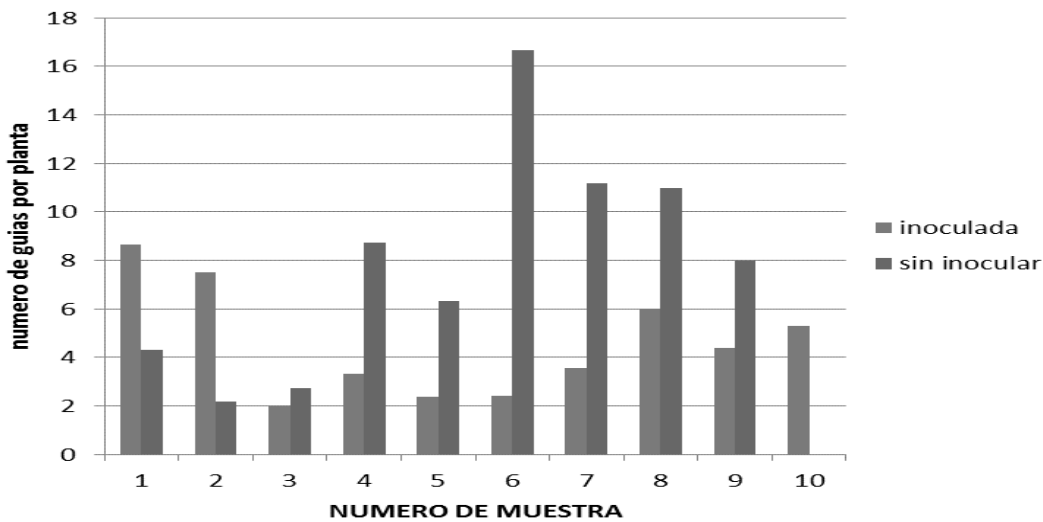


Figura 2. Comparación del número de guías por plantas inoculadas y sin inocular.

Rosenthal (1993) menciona que *A. malherbae* se ha observado activo en los meses de mayo a noviembre sobre *C. arvensis*, y disminuye su actividad a finales del verano y en el otoño. En la figura 3 se observa que el aumento del porcentaje de daño se realizó en los meses de agosto y septiembre, lo que se relaciona con el aumento de la temperatura en el Valle de Mexicali. Por otro lado, se observó que la disminución de la población se realizó en los meses de diciembre y enero, lo que coincide con la disminución de la temperatura en el Valle. Respecto a la humedad relativa no se observa que afecte o beneficie el desarrollo del ácaro. Por

otro lado, se observó que durante el invierno los ácaros se localizaron en las hojas basales de la planta, lo que provocaron la formación de las agallas. Además, se observó que los ácaros sobreviven al rastreo, si este se realiza durante el invierno.

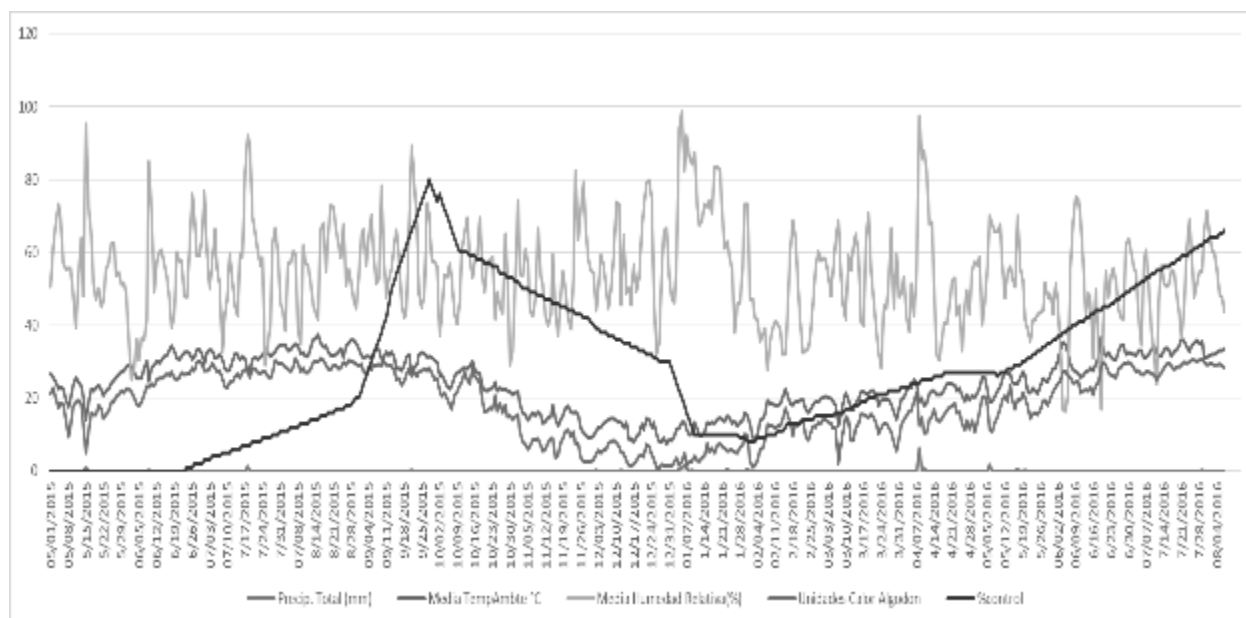


Figura 4. Comportamiento del ácaro agallador bajo las condiciones climáticas del Valle de Mexicali, B. C.

Literatura citada

Boldt, P.E. and Sobhian, R., 1993. Release and establishment of *Aceria malherbae* (Acari: Eriophyidae), for control of field bindweed in Texas. *Environment Entomology*. 22: 234-237.

Gómez, M. R., Tamayo, E. L. M., Alvarado, P. J. I. y Ávila, C. E. 2016. Ácaro agallador para el control biológico de correhuela perenne. Desplegable para productores Núm. 63. INIFAP. 2 pp.

Martínez, D. G. 2003. La correhuela perenne (*Convolvulus arvensis* L.). Libro técnico Núm. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Son. 171p.

Nuzzaci, G., Mimmocchi, T. and Clement, S.L., 1985. A new species of *Aceria* (Acari: Eriophyidae) from *Convolvulus arvensis* L. (Convolvulaceae) with notes on other eriophyid associates of convolvulaceous plants. *Entomologica*. 20: 81-89.

Rodríguez, N. S. 2009. Introducción de *Aceria malherbae* nuzzaci (Acari: Eriophyidae) para el control biológico de *Convolvulus arvensis* L. (solanales: Convolvulaceae) en el estado de Sonora, México. *Revista Protección Vegetal*. Vol. 24 No. 2 (2009): 136.

Rosenthal, S.S., 1983a. Field bindweed in California: Extent and cost of infestation. *California Agriculture*. 37(9-10): 16-17.

Rosenthal, S.S., 1993. Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Science B.V. 729-737 pp.

Rosenthal, S.S. and Buckingham, G., 1982. Natural enemies of *Convolvulus arvensis* in western Mediterranean Europe. *Hilgardia*. 50(2): 1-19.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE ÁCIDO SULFÚDRICO EN BIOGÁS

¹Lugo García Armando, ^{1*}Callejas Hernández Judith, ¹Rodríguez Ortega Alejandro, ¹Ponce Lira Brenda.

¹Ingeniería en Agrotecnología; Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Carretera. Tepatepec- San Juan Tepe Km. 1.5, Tepatepec, Francisco I. Madero, Hidalgo, México. CP 42660; Tel. +52(738)-724-1174.

*Autor para correspondencia: jcallegas@upfim.edu.mx, az520209@gmail.com

Introducción

La contaminación atmosférica es un tema que en la actualidad provoca gran interés científico y social por el alto grado de emisión de contaminantes gaseosos a la atmósfera a causa de una gran variedad de actividades humanas. Una alternativa para eliminar gran parte de los residuos de origen animal en las granjas lecheras ha sido el uso de biodigestores, esta tecnología por medio de un tratamiento anaeróbico de los residuos origina biogás. El biogás es una combinación de gases CH₄ (metano), CO₂ (dióxido de carbono), agua (en forma de vapor) (H₂O), restos de hidrógeno (H₂), nitrógeno (N₂), amoníaco (NH₃), oxígeno (O₂) y sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico (H₂S) (Parra, 2006; Pérez, 2010; Galbati y otros, 2011; Elizondo, 2012). La presencia de los compuestos antes mencionados en la mezcla disminuye la calidad del gas e implica la generación de olores, principalmente por la presencia de H₂S y NH₃. La purificación del H₂S es necesaria para aumentar el poder calorífico del biogás y cumplir algunos requerimientos para aplicaciones en motores, calderas, equipos de calefacción, etc. La remoción de H₂S es importante por el grado de contacto que tienen los usuarios debido al uso de biogás que generan los biodigestores, por ejemplo una alta concentración de 500 a 700 ppm en el biogás puede causar daños al sistema nervioso central, exposiciones durante pocos minutos causan pérdida del conocimiento, equilibrio y cese de la respiración. Dentro de las técnicas usadas para la remoción de H₂S se incluyen las fisicoquímicas y biotecnológicas, las fisicoquímicas son ampliamente utilizadas por su alta eficiencia en la eliminación del H₂S, dentro de ellos el método de absorción está basado en la transferencia de moléculas gaseosas presentes (contaminante a eliminar), a una fase líquida que posee propiedades selectivas de absorción. Dentro de ellos, se encuentran también los llamados de lecho seco, estos se llevan a cabo sobre un material sólido fijo en ellos el proceso de adsorción ocurre sobre la superficie del adsorbente donde las moléculas son retenidas por fuerzas electrostáticas débiles (Fernández, 2004, Revah y Ortiz, 2004). Dadas las características de los métodos fisicoquímicos se evaluó la eficiencia de remoción del ácido sulfhídrico (H₂S) durante la producción de biogás en biodigestores de la empresa Sistema Biobolsa mediante el desarrollo de un sistema de filtración de acuerdo al tamaño de cada biodigestor.

Materiales y métodos

El estudio se realizó para los biodigestores de la empresa Sistema Biobolsa, ubicada en San Juan Tecla, municipio de San Martín Texmelucan, Puebla y en Santa Justina Ecatepec, Tlaxcala. Se utilizaron los biodigestores de acuerdo a la categorización del Sistema BioBolsa: BB-6D, BB-20, BB16 unido con un BB6.

El primer filtro (Filtro 1) está constituido por un tubo de PVC de 2", 2 tapas sanitarias de 2" y 2 espigas de 1", el filtro tenía una altura de 30 cm en su totalidad, en su interior contiene tapas hechas de "hule espuma" para evitar fugas del material filtrante. Cada tapa tiene forma circular de 6 cm de radio, se empaquetó con una mezcla de 4 g de óxido de zinc (ZnO) en polvo y 380 g de carbón vegetal (C). La mezcla de carbón y

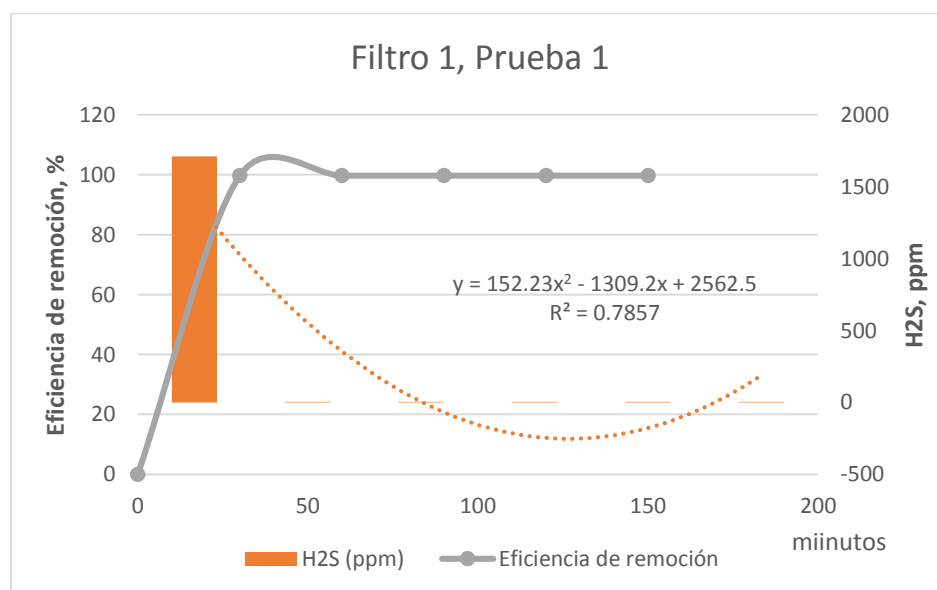
ZnO se elaboró manualmente hasta que el carbón se tornara de un color blanco, el filtro fue analizado en dos modelos de biodigestores, el primero de ellos un BB-20, ubicado en San Juan Tuxco, Puebla y el segundo en Santa Justina Ecatepec, Tlaxcala que correspondió a un BB-6D.

El segundo filtro (Filtro 2) está constituido por un tubo de PVC de 4", 2 tapas sanitarias de 4" y dos espigas de 1", este filtro también conto con tapas hechas de "lámina de PVC espumado" de forma circular con un diámetro de 11 cm, las cuales fueron perforadas con una broca de 1" para evitar la fuga del carbón activado, los reactivos utilizados para remover el H₂S consistieron en 4 Kg de Carbón activado (C), el cual era reciclado. El cual se impregnó con una solución de Hidróxido de sodio (NaOH) 2 N. La relación establecida fue 1 Kg de carbón activado por 1 litro de NaOH. La solución fue suministrada con un atomizador. El carbón activado estuvo en reposo con la solución de NaOH a temperatura ambiente para eliminar el agua presente. Se probó en un biodigestor modelo BB16 unido con un BB6, ubicado en San Juan Tecla, municipio de San Martin Texmelucan, Puebla.

El equipo utilizado para medir el ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H₂S), se denomina "Gas Data", modelo GFM406 el cual mide metano (CH₄), ácido sulfhídrico (H₂S), dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂). Las mediciones de H₂S en cada biodigestor se realizaron sobre la válvula de alivio de biogás. Para evaluar la eficiencia de remoción del H₂S del sistema de filtración el medidor de gas era situado en el quemador que corresponde al punto de salida del biogás.

Resultados y discusiones

El filtro a base de carbón vegetal (C) y ZnO fue probado por primera vez en un sistema BB-6D, el cual se monitoreo durante 2 horas y media. Al inicio se obtuvo una lectura inicial de 1710 partes por millón (ppm), medición de la mezcla proveniente del biodigestor sin ningún medio filtrante. Una vez instalado el filtro las mediciones se realizaron cada media hora, sin embargo estas se mantuvieron constantes a 5 ppm durante las 2 horas y media. En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos con una eficiencia de remoción de 99.7% con los materiales estudiados. Cabe mencionar que los materiales son de bajo costo, para preparar el carbón vegetal se pueden utilizar distintos materiales lignocelulósicos y posteriormente evaluar si tienen potencial para remover el H₂S.

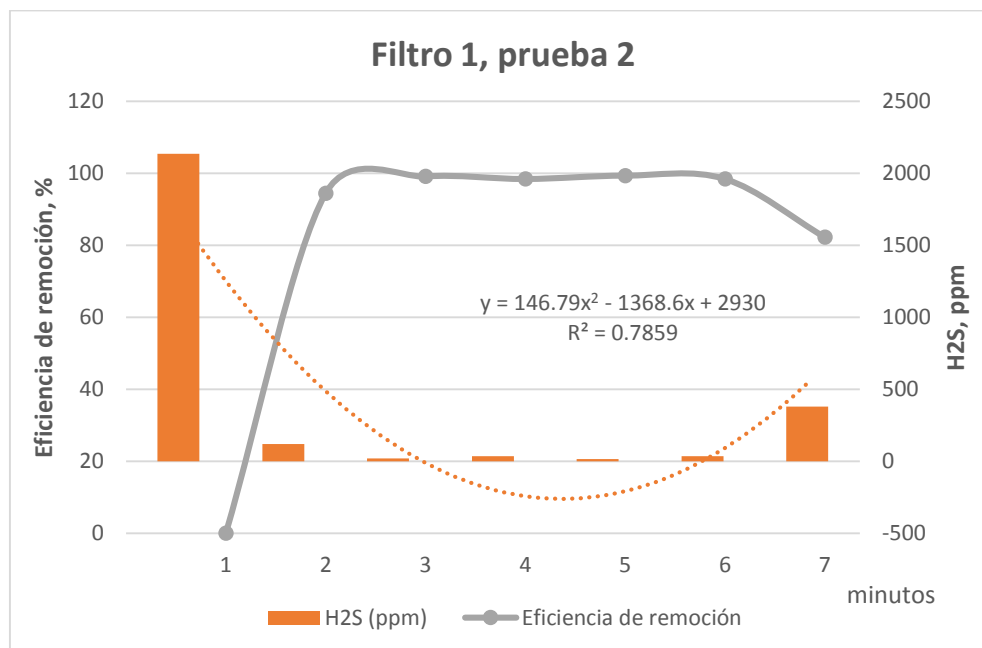


Gráfica 1 Resultados de eficiencia de remoción H₂S, prueba 1 a 3 horas.

En la segunda prueba se prolongó el tiempo de medición a 3 horas, de igual forma se integró en un modelo de biodigestor BB6-D, se obtuvo una medición del biodigestor de 2135 ppm sin medio filtrante, con la

instalación de filtro se obtuvieron las mediciones mostradas en la gráfica 2. Además de prolongar el tiempo se probó la influencia que tiene la agitación. Los resultados muestran remociones superiores al 90%. Al pasar el tiempo se puede alcanzar hasta 99% de eficiencia.

En la gráfica 2 se puede apreciar que al agitar el biodigestor la eficiencia de remoción disminuye en un 20%, esto se debe a la presencia de H₂S en las paredes internas del biodigestor, y que al agitar las moléculas de ácido se desprenden lo que provoca un incremento en la concentración de ácido y menor remoción. Cabe mencionar que solamente ocurre en sistemas que no tienen un adecuado manejo, es decir, que se han dejado de utilizar, por lo que no hay una alimentación constante para la generación de biogás. Sin embargo el proceso continúa pero se incrementa significativamente la presencia de H₂S, incluso desde la medición inicial. Aumentando una tercera parte al compararlo con el biodigestor que se maneja como continuo. Aunque no se muestran los resultados de la presencia del gas metano puede inferirse que la concentración disminuye.

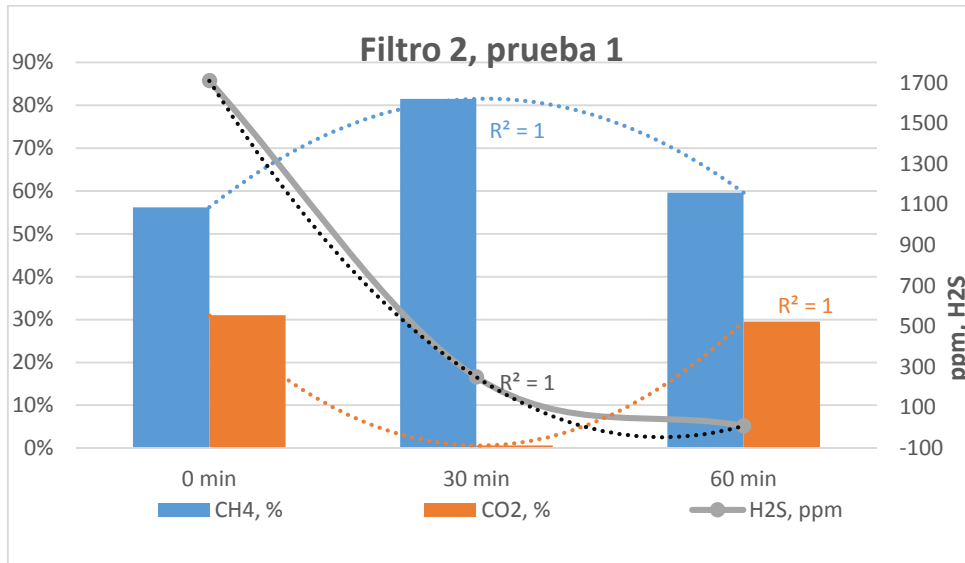


Gráfica 2 Eficiencia de remoción H₂S, prueba 2, la prueba se realizó durante 3 horas, con mediciones a cada 30 min.

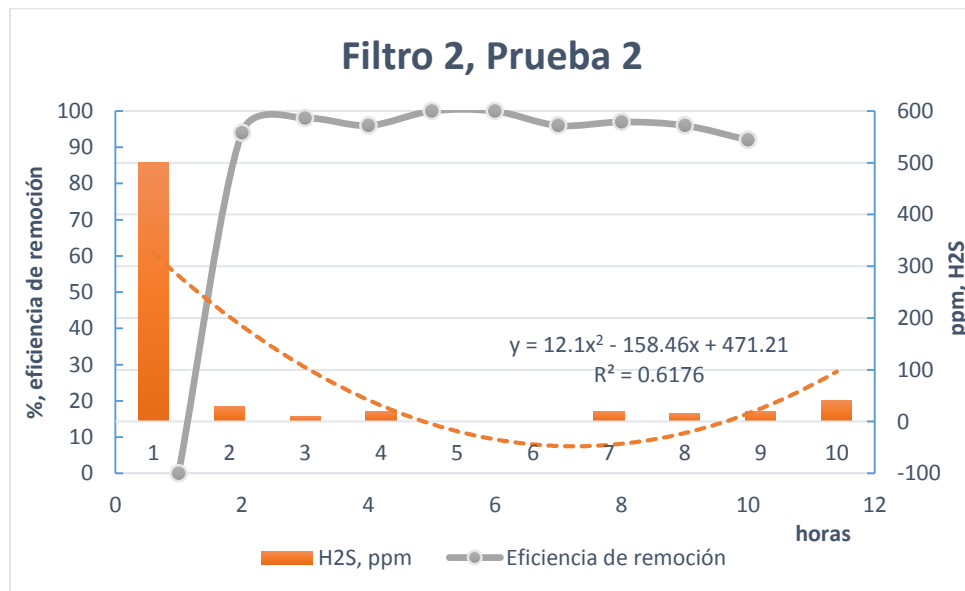
Para el segundo filtro a base de carbón activado reciclado con tratamiento de solución de NaOH a 2 N se realizaron 2 pruebas. La primera duró 90 minutos y se realizó en un modelo BB6, el biodigestor tenía una concentración de 1710 ppm de H₂S en el biogás sin ningún medio filtrante. Al igual que en el caso anterior las mediciones fueron tomadas cada 30 minutos. También se cuantificó la cantidad de metano y CO₂ presente. La eficiencia de remoción por los materiales empleados se muestra en la misma gráfica, a los 30 minutos se observa 81% de pureza para el CH₄, posteriormente la mezcla contiene menor porcentaje de CH₄, hasta 60%. Comportamiento semejante para el CO₂, donde en un inicio la mezcla de biogás exhibe 31% y a los 30 minutos disminuye, al alcanzar 98% de eficiencia en la retención del gas y su valor alcanza el 2% en la mezcla de biogás, pero en los próximos 30 minutos se incrementa nuevamente hasta alcanzar la concentración inicial. No así para el H₂S, ya que el filtro es muy funcional para su remoción en la mezcla y sigue una tendencia a la baja por cada 30 minutos que transcurren.

La segunda prueba para el filtro 2 se realizó en un biodigestor BB16 unido a un BB-6D, el lapso de tiempo para observar su eficiencia de remoción de H₂S fue de 9 días, la primera lectura sin un medio filtrante en el

biodigestor reportó 500 ppm. La eficiencia de remoción se muestra en la gráfica 4. La remoción es alta, en promedio se obtuvo 96%, sin embargo se observa cierta tendencia; a mayor tiempo, la retención de H₂S disminuirá y la concentración en el gas será mayor. Para corroborar dicha tendencia es necesario nuevamente correr las pruebas a mayor tiempo.



Grafica 3 Eficiencia de remoción de H₂S, CH₄, CO₂, %



Grafica 4 Eficiencia de remoción de H₂S, Prueba 2, con duración 9 horas, con mediciones cada 30 minutos.

Agradecimientos

A la empresa Sistema Biobolsa por permitir realizar el trabajo de investigación.

Literatura citada

- Elizondo, H. (2012). Evaluación de medios filtrantes para la reducción del sulfuro de hidrógeno en el mejoramiento de la calidad del biogás. Tesis de licenciatura, Departamento de Ambiente y Desarrollo, Zamorano ,Honduras. Recuperado el 11 de octubre de 2016, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/896/1/IAD-2012-T007.pdf>
- Galbiatti, A. J., Caramelo, D. A., Chiconato, A. D., Arajuo, R. J., & Girardi, B. E. (2011). Quali/quantitative characterization of biogas produced in batch digesters supplied with six distinct substrates. *Engenharia Agrícola*, 31(4), 795-802.
- Parra Rodríguez, L. M. (2006). Operación de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). Tesis de licenciatura , Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Pérez Mendel, J. A. (2010). Estudio y diseño de un biodigestor para aplicacion en pequeños ganaderos y lecheros. Memoria , Universidad De Chile , Ingeniería Mecánica , Santiago De Chile. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103926/cfperez_jm.pdf?sequence=3&isAllowed=y

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE A TRAVÉS DE LA ADICIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO PARA REDUCIR PH Y PÉRDIDAS DE NITRÓGENO

¹García Sánchez Erika Noemí, ¹Rodríguez Valadez Francisco Javier y ²Jiménez Torres Alejandra

¹Centro de Investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica S.C.

²Universidad Tecnológica de Corregidora.

Autor para correspondencia: erika.garcia@utcorregidora.edu.mx

Introducción

La agricultura orgánica ha recibido un gran impulso en los últimos años, cada vez son más las plantas de producción de composta y lombricompostado elaborado a partir de residuos orgánicos principalmente estiércol, con grandes beneficios para la agricultura, el suelo y el ambiente. Sin embargo, en algunas granjas de lombricomposta a partir de estiércol, se observa poca aceptación del alimento por la lombriz, lo que prolonga el tiempo de proceso en la etapa de vermicompostaje, e incluso se observan síntomas de toxicidad (inflamación, baja movilidad), aunado a esta problemática, el lombricompostado, presenta por lo regular un bajo contenido de nitrógeno total (< 1%) y elevado pH (> 8.5). De Laune (2004) observó que el compostaje de estiércol tiene como efecto negativo la pérdida de nitrógeno vía volatilización de amoníaco lo que se incrementa a pH elevados, se han reportado pérdidas de nitrógeno por volatilización desde el 33 al 62% en estiércol de diferentes animales (Bueno et al., 2008). La calidad de un abono está relacionada con su contenido de nitrógeno (Moreno, 2011), sin mencionar que estas pérdidas de nitrógeno, una contribución significativa a la contaminación ambiental ya que son fuente importante de las lluvias ácidas (Barrington *et al.*, 2001). Por otro lado, en un alto valor de pH los nutrientes presentes en el lombricompostado son escasamente disponibles para las plantas. En busca de reducir el pH y las pérdidas de nitrógeno, De Laune (2004) observó una reducción del 54% en las pérdidas de nitrógeno por volatilización en compostaje con pollinaza al aplicar ácido fosfórico al 2%. El presente trabajo tuvo como objetivo mejorar el proceso de compostaje-vermicompostaje de estiércol y paja en un sistema de pilas con volteo a nivel de campo a través de la reducción del pH con ácido fosfórico a diferentes concentraciones con lo que se pretendió también reducir las pérdidas de nitrógeno total.

Materiales y métodos

El proyecto se divide en tres etapas, en la primera a nivel laboratorio se llevan a cabo curvas de amortización para observar la capacidad amortiguadora del estiércol, para esto, se diluyó una muestra de estiércol en agua y se acidificó en cantidades crecientes, midió el pH a los 1, 7, 15 y 30 días. La segunda y tercera etapas, compostaje y vermicompostaje respectivamente, se llevaron a cabo a nivel de campo en Granja Lombrícola (El Marqués, Querétaro). Para el proceso de compostaje se dispuso un metro cúbico aproximadamente de estiércol de ovino fresco mezclado con 10% (v/v) de residuos de poda con lo que se montó la pila control o 1. Posteriormente se montaron 3 pilas idénticas al control y se bañaron con diferentes cantidades de ácido fosfórico al 54%, siendo 8.4, 16.8 y 25.2 kg de ácido lo que representan 1%, 2% y 3% (p/p) respectivamente para la pila 2, 3 y 4. Se llevaron controles de temperatura en campo y humedad, así como, se evaluaron pH, conductividad eléctrica, carbono y nitrógeno total, sólidos totales y volátiles. Después de 54 días de compostaje y cuando la temperatura disminuyó alrededor del 30°C, se inició el proceso de vermicompostaje, para lo cual, se dispusieron 4 cajones de plástico de 45 x 30 cm largo por ancho, se colocaron 5 kg de lombricompostado como refugio para la lombriz y 1.3 ± 0.1 kg de lombrices en cada caja, se ajustó la humedad al 60% aproximadamente. Se etiquetó cada caja, 1 para control, 2, 3 y 4 para las alimentadas con las pilas 2, 3 y 4 respectivamente. Se alimentaron con 5 kg de sustrato a cada lecho y posteriormente según demanda por la lombriz. Se llevaron los mismos parámetros de control y caracterización que el compostaje. Al final de esta etapa se contaron y pesaron las lombrices, así como se secó y pesó el sustrato consumido y no consumido.

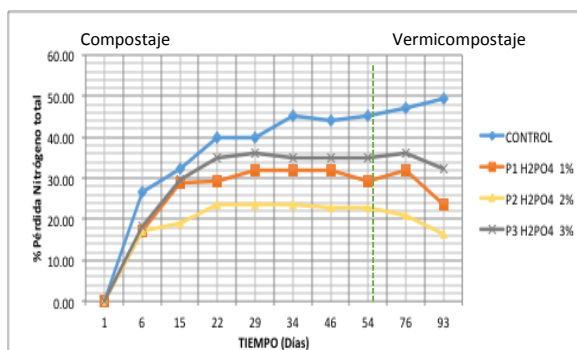
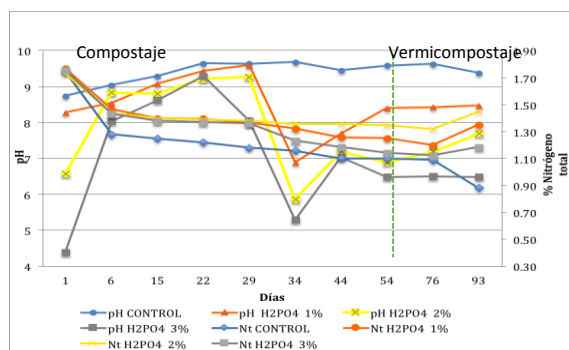
Resultados y discusión

En la etapa de amortización, el ácido fosfórico adicionado a la solución de estiércol redujeron el pH inicial de 9.26 a valores cercanos a 6.5, al día 14 todas las corridas ya se encontraban en un rango de 7.5 a 8.5, lo cual nos indica una significativa capacidad de amortización del estiércol. Resultados parecidos obtiene P.B. DeLaune (2004) en la acidificación de pollinaza, en la cual todos los tratamientos observaron valores por encima de 8 a pesar de iniciar con valores de pH incluso por debajo de 6.

En el proceso de Compostaje puede apreciarse en el cuadro 1, una reducción significativa de pH al día primero y al día 34, correspondiente a la acidificación de las pilas con H₂PO₄, sin embargo, también se observa la gran capacidad de amortización del estiércol. La mayor pérdida de nitrógeno, sucede en los primeros 22 días para la mayoría de las pilas (cuadro 2), aunado a un incremento considerable de pH. La corrida 2, con un 2% de H₂PO₄ y pH final de 6.59, muestra la mayor retención de nitrógeno total con un 22%.

Cuadro 1. % Nitrógeno total y pH en 54 días de compostaje y 39 días de vermicompostaje,

Cuadro 2. % Pérdida acumulada de nitrógeno total durante 54 días de compostaje y 39 días de vermicompostaje



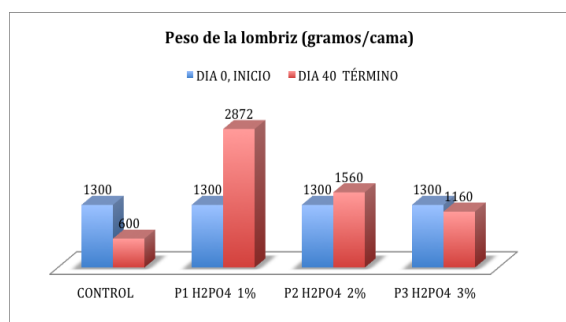
El vermicompostaje tiene un efecto variable en la concentración de nitrógeno, ya que existen tanto aumentos como disminuciones, dependiendo de las condiciones particulares del vermicompostaje, procesos de desnitrificación (Hobson et al., 2005), generalmente suele darse un incremento de nitrógeno total en la concentración del producto vermicompostado, debido al efecto de la mineralización del residuo (Atiyeh et al., 2001), a procesos microbianos de fijación de nitrógeno y tanto a la adición de compuestos nitrogenados que están contenidos en el mucus de la lombriz y en sus excreciones (Tripathi y Bhardwaj, 2004), e incluso a la descomposición de lombrices que mueren en el vermicompostaje (Suthar y Singh, 2008). Al final de los dos procesos compostaje y vermicompostaje se obtuvo la mayor retención de nitrógeno del 33.11 % en el control en la pila 2.

Después del proceso de vermicompostaje pudo observarse (Cuadro 3) una disminución del 50% en el peso de biomasa para el control y un aumento significativo en las pilas 1 y 2, siendo la pila con 1% de H₂PO₄ la que presenta el mayor incremento en peso de biomasa del 220%. Paralelamente, en el cuadro 4, podemos observar un mayor consumo de sustrato para las pila 1 (1% H₂PO₄) esta cama presenta al final un pH 8.4., con un consumo de 18.64 veces más que el control. Es posible que la lombriz haya adaptado su sistema para tolerar pH alcalinos.

Mamami et al. (2012) observaron un incremento del 140% y un crecimiento máximo en biomasa a las 3 semanas de producción en estiércol. Nogales & Vargas (2010), hicieron comparaciones del crecimiento de la adaptabilidad y desarrollo de la lombriz en diferentes sustratos y encontraron el mayor incremento en la biomasa de lombriz alimentadas con estiércol del 250% en tan solo 4 semanas.

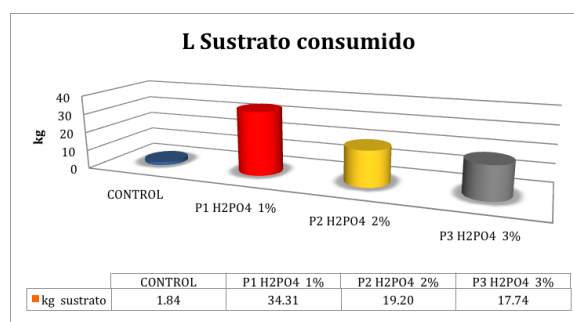
Cuadro 3. Gramos de biomasa de lombriz antes consumido por la lombriz

(barra azul) y después (barra roja) del proceso compostaje con diferentes de vermicompostaje



Cuadro 4. Kilogramos de sustrato

alimentadas con estiércol después de porcentajes de H₂PO₄



En conclusión al aplicar 2% (p/p) de H₂PO₄ al día 0 y día 34 del proceso de compostaje se logra la mayor retención de nitrógeno con un 22 % y el pH más neutro 6.59, sin embargo, el proceso de vermicomposta es más eficiente en un pH ligeramente alcalino, ya que con solo el 1% (p/p) de H₂PO₄ y pH de 8.48 en la composta y se observa el mayor incremento de biomasa de lombriz y el máximo consumo de sustrato.

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica de Corregidora, al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica y al Ing. Juan Mejía Ruiz de Granja Lombrícola “La Venta”, por el apoyo dado para el desarrollo del presente trabajo.

Literatura citada

P.B. De Laune, P.A. Moore, Jr., T.c. Daniel, and J.L. Lemunyon, 2004, “ Effect of Chemical and Microbial Amendments on Ammonia Volatilization from Composting Poultry Litter” Journal of Environmental Quality, p. 728 -734.

P.Bueno, R. Tapias, F. López, M.J. Díaz. 2008. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. Bioresource Technology. Vol 99, p. 5069-5077.

Moreno B., R., Nogales, C. Macci, G. Masciandaro and E. Benitez. 2011. Microbial ecophysiology profiles to estimate the biological restoration of a trichloro ethylene contaminated soil. Ecological indicates. Vol. 11, p. 1563-1571.

Barrington, S. Choinière, D., Tringui, M., Knight, W., 2002. Effect of carbón source on compost nitrogen and carbon losses. *Bioresource Technology*. Vol 83, p. 189-194.

Hobson A.M., J. Frederickson and N.B. Diseie. 2005. CH₄ and N₂O from mechanically turned windrow and vermicomposting systems following in vessel pretreatment. *Waste Managment*. Vol 25, p. 1177-1183.

Atiyeh R. M., C.A. Edwards, S. Subler and J.D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant médium effects on physicochemical properies and plant growth. *Biosource Technology*. Vol 78, p. 11-20.

Tripathi G. And P Bhardwaj. 2004. Comparative studies on biomas production life cycles and composting efficient of *Eisenie fetida* (Savigny) and *Lampito mauritii* chloride. *Biology and Fertility of Soils*. Vol 11, p. 216-220.

Suthar S. and S. Singh. 2008. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworm (*Perionyx excavatus* and *Perionys sandibancus*). *International Journal of Enviromental Scieencie and Technology*. Vol 5, p. 99 -106.

Mamani-Mamani Gladys, Mamni-Pati Francisco, Sainz-Mendoza Humberto, Villca-Huanaco René. 2012. Red Worm Behavior (*Eisenia* spp.) in vermicomposting systems of organic residues. *Journal Selva Andia*. Vol. 3, No. 1.

CARACTERIZACIÓN DE TEMPERATURA EN PILAS DE ABONOS ORGÁNICOS SOLARIZADAS

Luna Anguiano Jesús¹, López Martínez José Dimas², López González Rebeca Ivonne² y López González José Dimas³

¹Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña. Km 0+820. Loc. El Vergel. C.P. 35120. Gómez Palacio, Durango ²Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 142. C.P. 35000. Gómez Palacio, Durango. ³Universidad Tecnológica de la Laguna C.P. 35150. Lerdo, Durango.

*Autor de contacto: jluna@upgop.edu.mx

Introducción

La Comarca Lagunera es una región donde existe una gran actividad pecuaria, la cual produce alrededor de un millón de toneladas de estiércol base seca por día (SAGARPA, 2010). Esta producción intensiva de residuos de origen animal genera desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente (Reyes, 2007). En la agricultura sustentable, la aplicación de materiales orgánicos al suelo es indiscutiblemente necesaria porque éstos son fuente vital para reconstruir la materia orgánica del suelo y para suministrar nutrimentos, sin embargo, dicha aplicación debería minimizar los riesgos microbiológicos de su aplicación (Brechtel, 2004).

Uno de los métodos de eliminación de estos patógenos es sin lugar a dudas *solarización*. La solarización es una técnica de cobertura del suelo por películas de polietileno en donde queda atrapada la energía solar lo que resulta en la esterilización del abono a utilizar. Esta técnica se caracteriza por brindar un impacto ambiental significativamente menor que el causado por la fumigación con bromuro de metilo u otros tratamientos químicos utilizados para eliminar o reducir los hongos patógenos, nematodos y semillas de malas hierbas (Stoate et al., 2001).

La solarización es un simple proceso, que afecta las características de la materia fecal tanto físicas, químicas y biológicas. Bajo óptimas condiciones meteorológicas, la humedad del suelo adecuado, y tiempo de exposición de este proceso pasivo es capaz de elevar la temperatura del suelo hasta a 50 °C, que se considera subletales para la mayoría de los patógenos del suelo y plagas perjudiciales para las plantas (Chaney et al, 1992). La solarización de pequeños volúmenes de sustrato viverístico apilado ex situ, para el control de patógenos del suelo, representa una nueva aplicación de la solarización; no obstante, la eficacia de este uso especial de la solarización para el control de patógenos del suelo, particularmente nematodos Fito- parásitos, necesitan ser previamente evaluada, debido que la desinfección que se alcanza durante el proceso puede ser incompleta en capas de suelo profundas o en las zonas más sombreadas del sustrato apilado(Chávez et al. , 2008). Derivado de lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: caracterizar físicamente (temperatura) abonos orgánicos de origen bovino, caprino y avícola.

Materiales y Métodos

El sitio experimental se ubica en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), y geográficamente se ubica en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, entre los paralelos 25°46' 56" N y 103°21' 02" Oeste. A inmediaciones del ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio, Durango.

En el experimento se evaluaron 3 tipos de estiércol (bovino, caprino y gallinaza), se establecieron pilas de los diferentes estiércoles, con dimensiones de 60 cm de alto por 180 cm de largo y 150 cm de ancho, posteriormente se agregó un 25% de humedad a cada pila para favorecer el aumento de la temperatura al momento de la solarización.

Factores de estudio.- Los factores en estudio fueron 2: Factor A: estiércol: A1=Bovino, A2=Caprino y A3=Gallinaza y Factor B: Acolchado: B1=Acolchado Sencillo, B2=Acolchado Doble.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con arreglo combinatorio para generar los tratamientos con tres repeticiones dando lugar a 18 unidades experimentales.

Variables a evaluar: Las variables físicas que se registraron fueron: temperatura ($^{\circ}\text{C}$) geotermómetros 3 veces al día 6:00 a.m., 15:00 p.m. y 23:00 p.m.

Resultados y Discusión

En la Figura 1(a) se presentan los promedios de temperatura diaria del día 15 mayo al 20 agosto de 2014; estos valores son de lecturas a 6 intervalos diarios (7:00, 10:00 am y 13:00. 19:00, 22:00 y 1:00 am) durante 95 días del proceso de solarización. En esta Figura se observa que para el caso del tratamiento de abono orgánico (bovino con cubierta sencilla) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 33°C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 60°C , para terminar al final del proceso en 27°C . Su valor promedio durante el proceso es de 45.2°C . Para (bovino en cubierta doble) Figura 1(b) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 40°C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 64°C , para terminar al final del proceso en 27°C , su valor promedio en el proceso es de 51.1 .

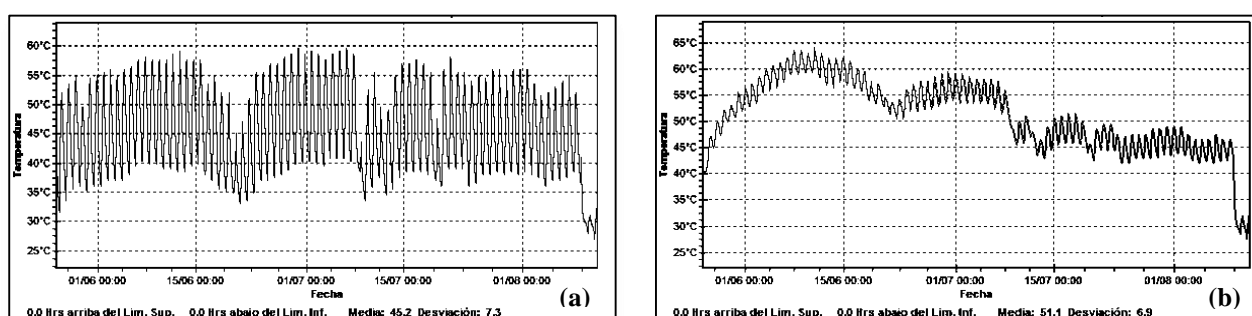


Figura 1.- Temperatura del abono orgánico bovino cubierta sencilla (a) y cubierta doble (b). Venecia, Dgo. 2015.

En la Figura 2 (a) se presentan los promedios de temperatura diaria del día 15 mayo al 20 agosto de 2014; estos valores son de lecturas a 6 intervalos diarios (7:00, 10:00 am y 13:00. 19:00, 22:00 y 1:00 am) durante 95 días del proceso de solarización. En esta figura se observa que para el caso del tratamiento de abono orgánico (caprino en cubierta sencilla) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 37°C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 63°C , para terminar al final del proceso en 27°C , su valor promedio durante el proceso es de 46.2°C . Para (caprino en cubierta doble) Figura 2 (b) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 36°C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 68°C , para terminar al final del proceso en 27°C , su valor promedio en el proceso es de 49.1°C .

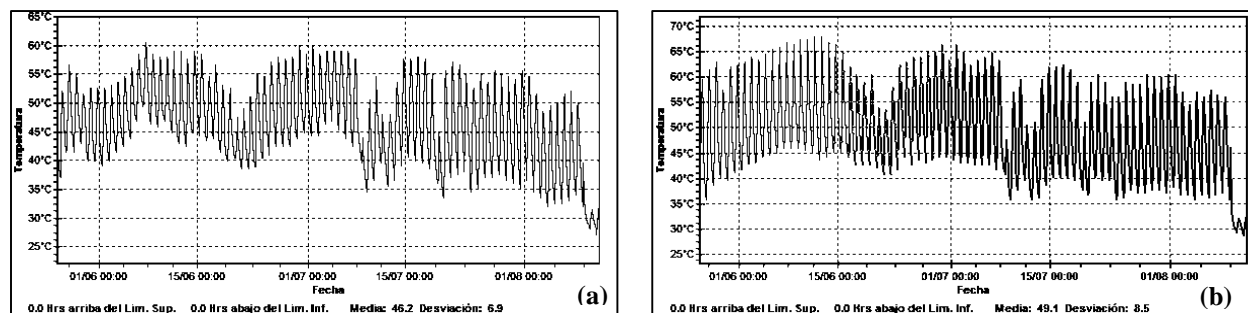


Figura 2.- Temperatura del abono orgánico caprino cubierta sencilla (a) y cubierta doble (b). Venecia, Dgo. 2015.

En la Figura 3 (a) se presentan los promedios de temperatura diaria del día 15 mayo al 20 agosto de 2014; estos valores son de lecturas a 6 intervalos diarios (7:00, 10:00 am y 13:00, 19:00, 22:00 y 1:00 am) durante 95 días del proceso de solarización. En esta Figura se observa que para el caso del tratamiento de abono orgánico (gallinaza en cubierta sencilla) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 40 °C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 59 °C, para terminar al final del proceso en 27°C, su valor promedio durante el proceso es de 50.7 °C. Para (gallinaza en cubierta doble). Figura 3 (b) las temperaturas fluctúan al inicio del proceso de 43 °C y paulatinamente van ascendiendo hasta alcanzar una máxima de 64 °C, para terminar al final del proceso en 27°C, su valor promedio en el proceso es de 51.2 °C.

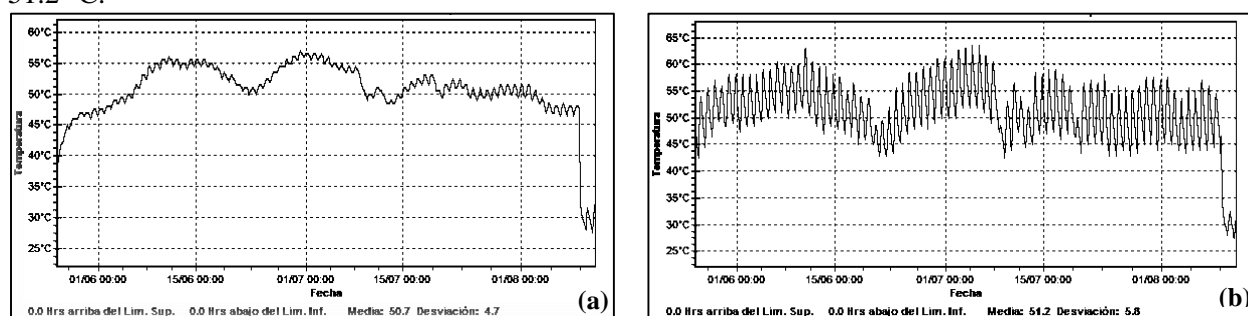


Figura 3.- Temperatura del abono orgánico gallinaza cubierta sencilla (a) y cubierta doble (b). Venecia, Dgo. 2015.

CONCLUSIONES

Los abonos orgánicos presentaron temperaturas similares al inicio del proceso (27 °C), después se incrementaron gradualmente hasta alcanzar temperaturas entre 59 y 63 °C; lo cual, permitió un adecuado proceso de solarización.

El abono orgánico de caprino es el más eficiente en incremento de temperatura; siendo la cubierta de plástico doble quien presentó la mayor temperatura (63 °C).

Se sugiere seguir trabajando en solarización con abono orgánico de caprino con plástico con cubierta doble para validar los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Trechel, A. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Edita: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL)
- Chaney, D.E., Drinkwater, L.E. and Pettygrove, G.S. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21505. 36 p.
- Chávez C. J., Preciado, R. P., Orozco V. J. A., Segura C. M. A., González B. C., 2008 Alternativas de fertilización en el cultivo de tomate en invernadero “En” Memoria de la XX Semana Internacional de Agronomía Ed. Martínez R. et al. FAZ-UJED Gómez Palacio, Durango. México.
- Reyes, O.M.I.2007. Determinación de temperatura e inactivación de organismos patógenos en humanos en el proceso de solarización de estiércol bovino. Tesis doctoral. FAZ-UJED.
- SAGARPA. 2010. Sistema de información agroalimentaria.
- Stoate C., Boatman N.D., Borralho R.J., RioCarvalho C., Snoo G.R., Eden P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. J. Envirom. Manag. 63:337-365.

PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL MEDIANTE EL EMPLEO DEL HORNO TIPO MEDIA NARANJA ARGENTINO EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

¹Aguilar Herrera Jorge Alejandro, ²Gómez Mercado René, ¹Sánchez Rojas Leonardo, ¹Pérez Torres Miguel Ángel, ¹Leyva Ovalle Ángel, ¹Flores Pinelo Raúl Santiago.

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. ²Campo Experimental Valle de Mexicali, CIRNO, INIFAP.

Autor para correspondencia: ahjalejandro@gmail.com

Introducción

La mayor parte de la población mundial se encuentra en los países menos desarrollados y depende fundamentalmente de la biomasa como fuente de energía (FAO, 2005). El aprovechamiento de la biomasa como carbón vegetal es una alternativa de importancia económica ya que se aumenta el poder calorífico de la materia prima que le dio origen y reduce los costos de su transporte debido a que se obtiene mayor poder calorífico con un peso mucho menor del combustible empleado (Márquez 2001).

En la Región del Valle de Mexicali se encuentran de manera natural comunidades arbóreas y arbustivas compuestas principalmente por distintas especies del género *Prosopis*, considerándose como el recurso leñoso por excelencia en la zona, el cual representa una fuente de materia prima potencial para la transformación de leña a carbón vegetal (Rodríguez *et al.*, 2014). No obstante, sólo se produce carbón vegetal de manera rústica y tradicional en hornos de tierra obteniendo como resultado una baja en la productividad y calidad del producto.

Derivado de lo anterior se realizó una estimación del rendimiento del carbón vegetal obtenido mediante el empleo de la tecnología denominada “horno tipo media naranja argentino” así como un ensayo de calidad del mismo, con el objetivo de validar dicha tecnología como una alternativa al proceso de producción que permita aumentar su rendimiento y calidad lo que se traduce en mayores oportunidades de ingreso a los productores.

Materiales y métodos

Producción de carbón vegetal

Se utilizó como materia prima el producto obtenido de las podas y aclareos de especies del género *Prosopis* considerando una dimensión de 60 o 90 cm de largo y un diámetro menor a 25 cm. Se acomodó la leña en el horno tipo media naranja argentino buscando el mínimo de espacios entre sí con el fin de que entrará la mayor cantidad al horno (Coeficiente de apilamiento al 70%). Para el proceso de carbonización se empleó la metodología propuesta por la CONAFOR en el 2010 para hornos de ladrillo tipo media naranja argentino.

Ensayo de calidad del carbón

. Una vez concluido el proceso de carbonización y después del enfriado del horno se colectaron muestras para una evaluación química basada en el método *Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal ASTM D 1762-84* (reaprobado en 2007). La prueba se realizó en una termobalanza Naberth GmbH modelo L9/11/Sw, se utilizaron un desecador de cristal, crisoles de porcelana y una balanza analítica. Con esta evaluación se fundamentaron los análisis de laboratorio para las pruebas sucesivas consistentes en porcentajes humedad, de material volátil, contenido de cenizas y carbono fijo. Los resultados obtenidos se compararon con estándares de calidad internacionales. También se hizo una estimación del poder calorífico empleando un calorímetro de la marca PARR 1266. El ensayo se basó en la primera quema obtenida del horno tipo media naranja argentina.

Resultados y discusión

Producción de carbón vegetal

El carbón vegetal obtenido por medio del horno tipo medio naranja argentino construido en Mexicali, B. C., alcanzó un peso de 716 kg de rendimiento, lo que representa el 20% del total de la materia prima empleada.

El rendimiento o coeficiente de transformación leña-carbón que se obtuvo fue 5:1 es decir, para producir una tonelada de carbón se necesitan cinco de toneladas de madera seca al aire libre.

Ensayo de calidad del carbón

En el Cuadro 1 se aprecia que el carbón producido no cumple a cabalidad los estándares de calidad internacionales dado que presenta niveles por encima de lo admisible en el porcentaje del material volátil y valores por debajo en el porcentaje de carbono fijo. Las propiedades del carbón vegetal dependen básicamente del proceso de producción que se lleve a cabo para su obtención. La quema heterogénea del combustible derivado de errores en el control de la temperatura reduce la calidad del carbón vegetal (Guardado *et. al.*, 2010).

Cuadro 1. Porcentajes de los parámetros de calidad obtenidos comparados con los estándares internacionales.

Parámetro	Valor obtenido	Asia	Europa	América del norte
Contenido de humedad	4.20 %	7.5 %	7 a 8%	8%
Cenizas	3.61%	4%	5 a 6%	6%
Material Volátil	20.77%	12%	10 a 12%	16%
Carbono Fijo	71.42%	76% (Mínimo)	75 a 82% (Mínimo)	75% (Mínimo)

El porcentaje de poder calorífico del carbón obtenido fue de 6,586.17 cal/kg es decir, 27,556. 54 kj/ kg.

Tanto los porcentajes de contenido de humedad, cenizas, material volátil, carbono fijo y el poder calorífico se pueden ver afectado por el proceso de carbonización por lo que en la medida de la perfección del método los resultados se verán optimizados (Sánchez, 1997).

Agradecimiento

Se agradece a la Comisión Nacional Forestal, a la Universidad Autónoma Chapingo y al Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarios por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Literatura citada

American Standard Test Methods (ASTM). 2007. Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal. D1762-84. ASTM International, West Conshohocken, PA. EDT. 2 pp.

Guardado B. et., al. 2010. Evaluación de la Calidad del Carbón Vegetal Producido en Hornos de Retorta y Hornos Metálicos Portátiles en El Salvador. Tesis de Ingeniería. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Antiguo Cuscatlán, EL Salvador, C. A. 67pp.

Márquez F. et., al. 2001. Estudio del Potencial Energético de Biomasa *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* (Pc) Y *Pinus tropicalis* Morelet (Pt); *Eucalyptus saligna* Smith (Es), *Eucalyptus citridora* Hook (Ec) y *Eucalyptus pellita* F. Muell (Ep); de la Provincia de Pinar del Río. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 7(1): 83-89p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2005. Situación de los bosques del mundo. Estudio Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), Montes. Roma, Italia. 168 pp.

Rodríguez E. et. Al. 2014. Análisis Técnico del Árbol del Mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. Ex Willd.) en México. Ra Ximhai, Enero – Junio, 2014/Vol. 10, Número 3, Edición Especial. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El fuerte, Sinaloa. Pp. 173-193.

Sánchez R., L. 1997. Métodos de producción de carbón vegetal en México. Tesis de Doctorado. Pacific Western University. Los Ángeles California, EE. UU. 115 p.