



Universidad Autónoma de Chiapas

“La investigación agropecuaria como aporte al uso de tecnologías sustentables”

2021

Editores:

Facundo Sánchez Gutiérrez

Rubén Monroy Hernández

Ángel Sol Sánchez

Francisco Guevara Hernández

Ramón Valdivia Alcalá

Armando Gómez Vázquez

Arely Bautista Gálvez

ISBN: 978-607-561-082-5



9 786075 610825



***“La investigación agropecuaria como aporte al uso de
tecnologías sustentables”***

ISBN: 978-607-561-083-2

ISBN: 978-607-561-082-5



Este libro fue sometido a un proceso de evaluación académica y arbitraje estricto a doble ciego por especialistas en la temática y el resultado fue positivo con observaciones y sugerencias que fueron atendidas por los autores, a su vez la obra fue revisada técnicamente por los especialistas del Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Edición, compilación, estilo y formato

Facundo Sánchez Gutiérrez

Rubén Monroy Hernández

Ángel Sol Sánchez

Francisco Guevara Hernández

Ramón Valdivia Alcalá

Armando Gómez Vázquez

Arely Bautista Gálvez

DR. © 2020, Universidad Autónoma de Chiapas
Boulevard Belisario Domínguez kilómetro 1081, sin número
Col. Terán C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

DR. © 2020, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios de la
Universidad Autónoma de Chiapas
Carretera Catazajá-Palenque Km. 4, C.P. 29980
Catazajá, Chiapas, México.

ISBN: 978-607-561-082-5

El contenido de los artículos publicados es responsabilidad de sus autores.

Se autoriza a reproducción total o parcial del material **CITANDO** la fuente.

Recuerda que la forma para citar cualquiera de los Artículos es la siguiente:

Autores. 2020. Nombre del artículo. Pp #. En: Sánchez-Gutiérrez, F., Monroy-Hernández, R., Sol-Sánchez, A., Guevara-Hernández, F., Valdivia-Alcalá, R., Gómez-Vázquez, A., y Bautista-Gálvez, A. (Editores). *“La investigación agropecuaria como aporte al uso de tecnologías sustentables”* 2020. ISBN: 978-607-561-082-5. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios De La Universidad Autónoma de Chiapas. Catazajá, Chiapas, México. 194 p.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa

Rector

Dra. María Eugenia Culebro Mandujano

Secretaria General

Dra. Leticia del Carmen Flores Alfaro

Secretaria Académica

Dra. María Guadalupe Rodríguez Galván

Directora General de Investigación y Posgrado

Dr. Rubén Monroy Hernández

Director encargado de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Mtro. Eleazar Acopa García

**Secretario académico encargado de la
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios**

Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez

**Coordinador de Investigación y Posgrado de la
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios**

Comité externo

Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas.

- Dr. Oscar León Velasco
- Dr. Samuel Albores Moreno

Facultad de Ciencia Agronómicas campus V, Universidad Autónoma de Chiapas

- Dr. Francisco Guevara Hernández
- José Alfredo Medina Meléndez

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Campus II, Universidad Autónoma de Chiapas

- Dr. Hernán O. Mandujano Camacho
- M.C. Carlos R. Rodríguez Molina

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

- Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa

Universidad Autónoma de Chapingo

- Dr. Ramón Valdivia Alcalá
- Dr. Juan Hernández Ortiz

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

- Dr. César Márquez Quiroz.
- Dr. Armando Gómez Vázquez
- Dr. Efraín de la Cruz Lázaro
- Dra. Nancy Patricia Brito Manzano
- Dr. Rodolfo Osorio Osorio
- Dr. Aldenamar Cruz Hernández
- Dr. Nicolás González Cortés
- Dr. Romario Jiménez Vera
- Dra. Ana Laura Luna Jiménez

Colegio de Postgraduados Campus Tabasco

- Dr. Ángel Sol Sánchez
- Dr. Juan Manuel Zaldivar Cruz

Colegio de Postgraduados Campus Campeche

- Dr. Silvia Fraire Cordero

Comité Interno

Dr. Rubén Monroy Hernández
Mtro. Eleazar Acopa García
Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez
Dra. Arely Bautista Gálvez
Dra. Marynor E. Ortega Ramírez
Dr. Cesar O. Pozo Santiago
Dr. Martín G. Martínez Valdés
M.C. Juan M. Estrada Liévano
Dr. Juan C. Muñoz González
Mtro. Peter Vázquez Montejó
Ing. Mariano Penagos Jiménez
M.C. Benjamín Bautista Reyes
M. C. José Antonio David Muñoz
M.C. Patricia del Carmen Paredes Suárez
Lic. Margarito Salvador Hernández
Mtra. Edelma Elena Alfonso May
MVZ. Edmundo Gómez Horta
Ing. Pedro Chable Jiménez
Lic. Yesenia Campos Vázquez
Mtra. Mariel del Carmen Bonifaz Grajales
Mtro. Victorio Moreno Jiménez
M.C. Sergio Ramos Jiménez
Mtra. Claudia Estopier González
Dra. Dora María Cabrera Nájera

Comité Técnico-Científico

- Dr. Rubén Monroy Hernández
- Mtro. Eleazar Acopa García
- Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez
- Dra. Arely Bautista Gálvez
- Dra. Marynor E. Ortega Ramírez
- Dr. Cesar O. Pozo Santiago
- Dr. Martín G. Martínez Valdés
- Mtro. Juan M. Estrada Liévano
- Dr. Juan C. Muñoz González
- Dr. Daniel Rodríguez Tenorio
- Dr. Ángel Sol Sánchez
- Dr. Juan Manuel Zaldivar Cruz
- Dr. Armando Gómez Vázquez
- Dr. Ramón Valdivia Alcalá
- Dr. Juan Hernández Ortiz
- Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
- Dr. Oscar León Velasco
- Dr. Samuel Albores Moreno
- Dr. Francisco Guevara Hernández
- José Alfredo Medina Meléndez
- Dr. Hernán O. Mandujano Camacho
- M.C. Carlos R. Rodríguez Molina

Presentación

En representación del Comité Editorial del *libro* “*la investigación agropecuaria como aporte al uso de tecnologías sustentables*”, es para mí un honor presentarles la presente obra, coordinada desde la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios de la Universidad Autónoma de Chiapas, Catazaja, Chiapas, México en noviembre del 2020.

Es muy importante compartir con Ustedes la realización de esta obra que tiene como objetivo de contribuir a los estudios agropecuarios y forestales con enfoque multidisciplinario, además de promover el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y fomentar el intercambio de conocimientos.

Hemos elaborado con sus valiosas contribuciones un programa Científico, Académico, Social y Cultural que comprende: diversos capítulos de libro, abarcando prioritariamente los temas de mayor interés para los investigadores, técnicos, productores, campesinos y la sociedad civil, y está dedicado al encuentro de experiencias en agricultura, ganadería, forestal, agroindustrial, seguridad alimentaria y economía.

“Por la conciencia de la necesidad de servir”

Dr. Rubén Monroy Hernández

Director encargado de la dirección de la
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Índice

<i>Comité externo</i>	4
<i>Comité Interno</i>	5
Comité Técnico-Científico	6
Presentación	7
Capítulos	10
Análisis espacial de la unidad productiva ejidal en la zona maya de quintana roo, como elemento de la vulnerabilidad socioeconómica de los hogares rurales 1978-2015	11
Área de interceptación lumínica de copa para <i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl. en Chiapas, México.....	15
Cambio climático en agroecosistemas de cítricos: estudio de su percepción en Campeche, México.....	20
Crecimiento en diámetro de <i>Manilkara zapota</i> en una selva con certificado forestal en Quintana Roo, México	28
Cualidades eloteras de familias de medios hermanos de una población amarilla de maíz.....	34
Desarrollo de <i>Solanum lycopersicum</i> Mill. bajo diferentes dosis de lombricomposta y composta con malla sombra	38
Diagnostico tecnologico del proceso de producción de cacao en el municipio de Juárez, Chiapas	43
Efecto bioestimulante de sabila y sauce como enraizadores de esquejes de <i>Prunus persica</i> (L) Batsch.....	48
Efecto de tres consorcios microbianos en maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Villaflores, Chiapas.....	54
Efecto del sombreado en el crecimiento del tallo e inicio de floración de <i>Capsicum</i> spp.	59
Eficiencia productiva y reproductiva en ovejas Pelibuey alimentadas con Pasto Cubano (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.) y Gandul (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.) durante la época de baja fertilidad	64
Extractos vegetales en el control <i>in vitro</i> de <i>Colletrotrichum gloeosporioides</i> aislado de <i>Annona muricata</i> L.	75
Influencia de la actitud, calidad y satisfacción en la adquisición de la energía fotovoltaica.....	80
Intervención en seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en el estado de Tabasco.....	85
Manejo sustentable de la moniliasis del cacao mediante poda de descopado en Comalcalco, Tabasco	90
Relación alométrica altura-diámetro para <i>Quercus rugosa</i> Neé en Chiapas, México	95
Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz	99

Sincronización de estro y ovulación con progesterona y gonadotropina coriónica equina (Ecg) en un hato brahman	102
Tipología productiva de los traspatios en La Concordia, Chiapas.....	106
Variabilidad fenotípica de variedades nativas de maíz olotillo de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Nayarit.....	111
Características biométricas de piña cabezona (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill) en la región Chontalpa, Tabasco	116
Edulcor y acidez en frutos de <i>Garcinia humilis</i> en Huehuetán, Chiapas, México	122
Marco multicriterio para la evaluación de uma intensivas de <i>I. iguana</i> en Chiapas, México	126
Aplicación precosecha de aminoetoxivinilglicina (AVG) en <i>Mangifera indica</i> L.	130
Distribución espacial y temporal de la precipitación efectiva para el estado de Tabasco, México	136
Rizogénesis en microestacas de <i>Stevia rebaudiana</i> Morita II con ácido indolbutírico en condiciones hidropónicas.	141
Evaluar la factibilidad de la propagación vegetativa de teca (<i>Tectona grandis</i> L.) de cuatro clones empleando dos tipos de estacas bajo cuatro concentraciones de hormona (AIB) en vivero.	146
Determinación y cuantificación de metales pesados y acaricidas en mieles producidas en el estado de Tabasco.....	152
Zonificación agroclimática del pasto cuba CT 15 (<i>Cenchrus purpureus</i> S.) en el estado de Chiapas, México	159
Crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en dos sistemas de producción	165
Caracterización del cultivo de maíz en el municipio de Coapilla, Chiapas	172
Micropropagación de cultivares de cafeto del estado de Chiapas, mediante embriogénesis somática directa.....	184

Capítulos

Análisis espacial de la unidad productiva ejidal en la zona maya de quintana roo, como elemento de la vulnerabilidad socioeconómica de los hogares rurales 1978-2015

Alejandra Toscana Aparicio¹ y Oscar Iván Reyes Maya^{1*}

¹ División de Ciencias Sociales y Humanidades, UAM-X, Ciudad de México, México.

Correo de contacto: oscar.ivanreyes@hotmail.com.

Resumen.

Los cambios en la estructura productiva y social del sector rural mexicano, han tenido repercusiones a diferentes escalas. Si bien, la pérdida de superficie cultivable por el crecimiento de la mancha urbana es una constante, existen casos en los que no solo se ha mantenido, sino que se ha incrementado. Tal es el caso de los ejidos de la Zona Maya de Quintana Roo, en donde la atomización de la tierra en pequeña propiedad o la urbanización de lo rural, no ha sido un determinante para la pérdida de capacidades productivas de los hogares rurales. La presente investigación tiene como objetivo demostrar que en los ejidos de los municipios de José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto (Zona Maya), el factor productivo tierra no es una limitante del desarrollo rural, para ello, se realizó mediciones de los cambios de cobertura vegetal mediante el análisis de los usos de suelo para Quintana Roo. Los resultados de la medición dan por descartados los postulados teóricos de la *nueva ruralidad* sobre la desposesión de superficie parcelada y al mismo tiempo hace evidente un sistema productivo extensivo en tierra y mano de obra.

Palabras Clave: Zona Maya, superficie, ejido, rural.

Introducción

Los cambios en la superficie respecto al tipo de uso de suelo, tienen especial importancia en el presente trabajo, puesto que sirven como eje de discusión principalmente con tres enfoques teóricos: La proletarianización rural, la nueva ruralidad y por supuesto los periurbanos.

Como común denominador, dichos postulados teóricos señalan un decremento de la superficie dedicada a la agricultura respecto al crecimiento de las zonas urbanas, aunque lo que genera dicho fenómeno distingue cada teoría. La proletarianización señala que el minifundio producto de la atomización de la propiedad ejidal, ejerce presión sobre las unidades productivas que, con menor

superficie disponible para la actividad, es imposible generar economías de escala y la adopción de paquetes tecnológicos que posibiliten ya no la comercialización de excedentes, sino la mera supervivencia. Teniendo como resultado que la unidad productiva rural tenga una expulsión de mano de obra, por tanto, el otrora campesino, tiene la necesidad de vender su fuerza de trabajo a unidades productivas cuyo modo de producción capitalista necesita mano de obra y por tanto está dispuesto a emplear el excedente de trabajo producto del minifundio.

En el mismo sentido, la nueva ruralidad y periurbanos abordan el factor tierra como un limitante al desarrollo de la actividad agrícola, puesto que el crecimiento de los centros urbanos hace que la superficie disponible sea cada vez menor, no obstante para la nueva ruralidad, la multiactividad posibilita que lo rural siga subsistiendo en una complementariedad entre lo agrícola y las demás actividades, sin tener un parangón que establezca el diferencial entre lo rural y no rural, puesto que para algunos autores solo basta creer o asumirse como tal pues “Ya no hay dicotomías, separaciones y ya no se explica la relación rural urbana sólo a partir de la subordinación del campo por la ciudad” (Canaval, 2005:164), parece entonces que más que una connotación técnica, económica o social de lo rural, existe una clasificación que recae directamente en el juicio y experiencia del investigador.

Materiales y Métodos

Los cálculos se hacen con base en las series I, II, II, IV, V, VI de INEGI de uso de suelo a nivel nacional en escala 1:250000 (INEGI, 2017), se recortan en QGIS para el Estado de Quintana Roo, para los ejidos del mismo estado y finalmente para la zona de estudio. De esta manera se calculan las superficies correspondientes a los usos de suelo de las categorías: Selva, Vegetación Secundaria, Urbano y Agrícola. Si bien el hacer la estimación de la superficie correspondiente a cada rubro es en sí importante, sin embargo, el análisis se hace no solo de su comportamiento, sino que se calcula el índice de cambio y participación que se expresa matemáticamente:

$$\Delta use_i = \left[\left(\frac{US_t^1}{US_t^0} \right) - 1 \right] + use_i^o \left[\left(\frac{UE_i^1}{UE_i^o} \right) - \left(\frac{US_t^1}{US_t^0} \right) \right] + use_i^o \left[\left(\frac{use_i^1}{use_i^o} \right) - \left(\frac{UE_i^1}{UE_i^o} \right) \right]$$

Donde:

use_i^o = uso de suelo ejidal en la región al inicio del periodo.

use_i^l = uso de suelo ejidal en la región al final del periodo.

US_i^0 = Uso de suelo Estatal al inicio del periodo.

US_i^1 = Uso de suelo Estatal al final del periodo.

UE_i^0 = Uso de suelo Ejidal Estatal al inicio del periodo.

UE_i^1 = Uso de suelo Ejidal Estatal al final del periodo.

Resultados y Discusión

Los cambios en la cobertura de suelo en Quintana Roo tiene gran dinamismo en términos estatales, en donde es notable el crecimiento del uso de suelo Urbano, sin embargo, si se analiza la unidad de producción ejidal que comprende poco menos de 3 millones de hectáreas de las 4.5 millones que compone en total Quintana Roo, podemos asegurar que el crecimiento de la actividad agrícola ha tenido una dinámica diferente al comportamiento Estatal.

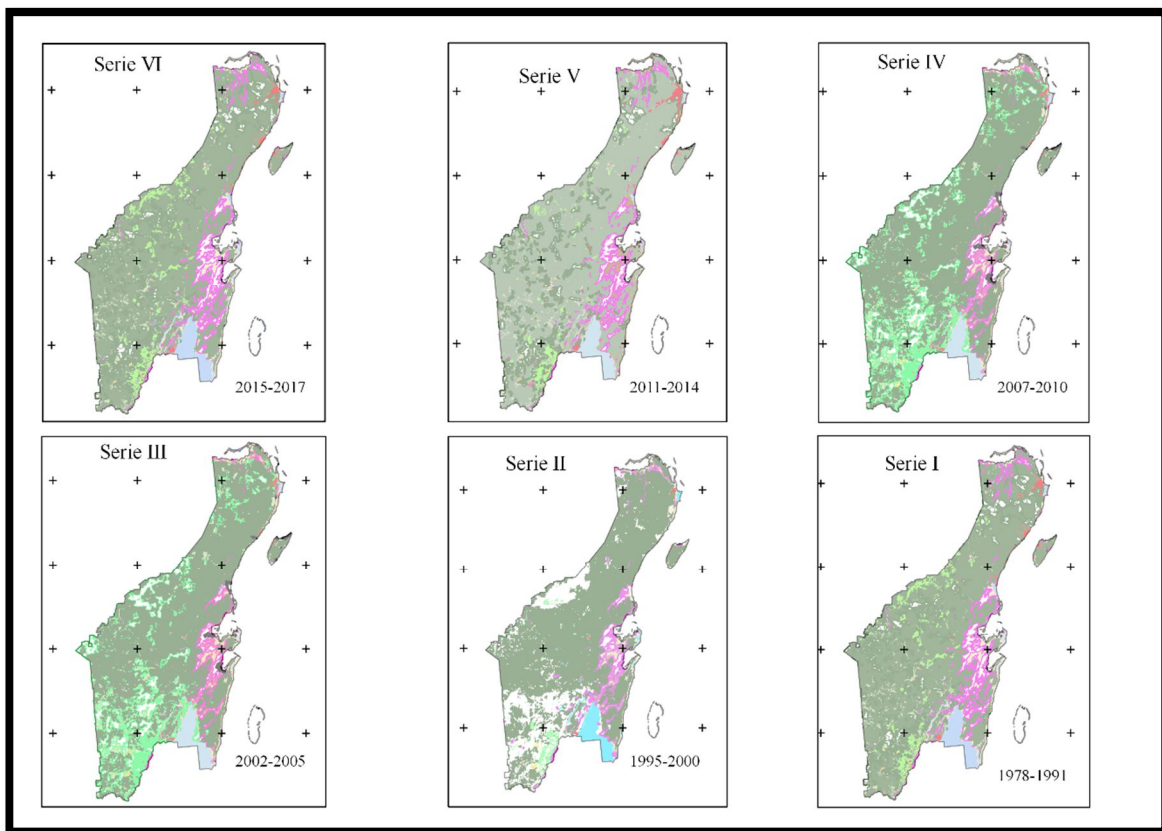


Figura 1. Uso de suelo Quintana Roo, 1978-2017.

Fuente: Elaboración Propia en QGis, con datos de INEGI, 2017.

Conclusiones

El análisis de Quintana Roo como un todo, deja fuera del diseño de políticas públicas las dinámicas sectoriales y regionales que definen el comportamiento de una región dedicada mayoritariamente a la agricultura como lo es la zona Maya y particularmente la unidad de producción ejidal. En este sentido, la presente investigación aporta evidencia empírica contundente que descarta los postulados teóricos de la nueva ruralidad o el proletariado agrícola. Es decir, la pérdida de superficie cultivable y el crecimiento de la zona urbana, es un mito en la zona sujeta de estudio a pesar del fuerte desarrollo inmobiliario del polo de desarrollo turístico que caracteriza a Quintana Roo.

Literatura citada

- INEGI, 2017. “40 años de cambio de cobertura”, en *Boletín de Prensa* No.533/17, Diciembre 2017. México, consultado electrónicamente en: <
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_12_01.pdf>
- Canabal, B., 2005. “Actores rural-urbanos: proyectos e identidades.”, en Ávila, H. (Coordinador) Lo urbano-rural, ¿Nuevas expresiones territoriales?, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Área de intercepción lumínica de copa para *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. en Chiapas, México

Reynoso-Santos, Roberto¹; Hernández-Ramos, Jonathan^{2*}; Hernández-Ramos, Adrián³; Leyva-Ovalle, Ángel⁴ y García -Cuevas, Xavier².

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Centro de Chiapas. ²INIFAP-Campo Experimental Chetumal. ³INIFAP-Campo Experimental Saltillo. ⁴Universidad Autónoma Chapingo-División de Ciencias Forestales. *Autor de correspondencia: forestjonathanhdez@gmail.com

Resumen

El área de intercepción lumínica de copa (*Ailc*) para cada árbol determina la producción primaria y rendimiento del ecosistema. El objetivo fue modelar la relación *Ailc*-diámetro normal (*Ailc-d*) y calcular los índices saliente (*is*) y de esbeltez (*ie*) para árboles de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Chiapas, México. Con 1642 pares de datos *Ailc-d* y la covariable de conglomerado, se ajustó con efectos mixtos el modelo lineal: $Ailc = a_1 + a_2 \cdot d$. La inclusión del efecto aleatorio del conglomerado en ambos parámetros, explica el 83.52% de la variabilidad muestral, con una desviación de 3.27 m². Se tiene una correlación entre el *Ailc* con la altura total de 0.52, mientras que, los *is* e *ie* promedio indican que el diámetro de copa es 16 veces el valor del *d* y una proporción entre la altura total-*d* de 0.566 m cm⁻¹, respectivamente. El área fotosintética y la cobertura que proporciona el arbolado al suelo, puede ser referencia para la aplicación de tratamientos silvícolas acorde a las dimensiones diamétricas de *Pinus oocarpa*.

Palabras clave: Área fotosintética, bosques templados, gestión forestal, tratamientos silvícolas.

Introducción

Las características de copa del arbolado y en conjunto el dosel del rodal, determinan la productividad primaria, rendimiento maderable y la sensibilidad del ecosistema a la erosión por la apertura de espacios o a los cambios en el microclima, tales como el incremento de la radiación, variación de humedad y fluctuaciones de temperatura (Rodríguez *et al.*, 2008). El área de intercepción lumínica de copa (*Ailc*), se refiere a la zona expresada en m² en donde se tiene la mayor velocidad de absorción de radiación lumínica y actividad fotosintética, después de eliminar la superficie sombreada (Jiménez *et al.*, 2002), mientras que, los índices saliente ($is = dc/d$) y de esbeltez ($ie = \text{altura total } (At)/d$) se definen como el cociente entre el diámetro de copa y el *d*, y la relación alométrica de incremento entre la *At* y el *d*. El objetivo fue modelar la relación entre el

Ailc con el diámetro normal (*Ailc-d*) y calcular los *is* e *ie* para árboles de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Chiapas, México.

Materiales y métodos

El *Ailc* se calculó como: $Ailc = \frac{\pi \cdot rc}{6 \cdot lc^2} \cdot \left[(a \cdot lc^2 + rc^2)^{3/2} - r^3 \right]$, donde se incluyen las dimensiones de radio de copa (*rc*, m) y longitud de copa (*lc*, m) (Jiménez *et al.*, 2002). Con 1642 pares de datos *Ailc-d* tomados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFiS) distribuidos en el estado de Chiapas y la covariable de conglomerado, se ajustó en el programa *Rstudio*^(R) con el procedimiento *nl* y la técnica de máxima verosimilitud un modelo de efectos mixtos (MEM). Se incluyó la covariable en ambos parámetros del modelo lineal: $Ailc = (a_1 + a_j) + (a_2 + a_j) \cdot d$, donde a_1 y a_2 son los parámetros estimados y a_j indica la forma de incluir la covariable por nivel de clasificación. El ajuste estadístico se verificó a través de la significancia de los parámetros ($\alpha=0.05$), los valores de la raíz del cuadrado medio del error (*RCME*) y el coeficiente de determinación (R^2), además de verificar de manera gráfica los supuestos de normalidad y homocedasticidad (Martínez-González *et al.*, 2006). Se determinó el *is* por categoría diamétrica (Hess *et al.*, 2016) y se realizó una correlación de *Pearson* para verificar si existe una relación entre la altura total (*At*) de los árboles con el *Ailc* (Rodríguez *et al.*, 2008), en tanto, se determinó el *ie* promedio para la especie.

Resultados y discusión

Se obtuvieron parámetros significativos en todos los casos ($\alpha=0.05$), además, una explicación de la variabilidad muestral del 83.52% y un sesgo promedio de 3.27 m² (Cuadro 1). Al verificar los supuestos de regresión, se observa una distribución en la frecuencia de los residuales con forma de campana de Gauss (Figura 1a) y los residuales se comportan de manera homocedástica (Figura 1b). Al graficar los datos predichos de *Ailc* en función de *d* se observa que por cada centímetro que incrementa la dimensión del *d* hay un incremento proporcional en el *Ailc* (Figura 1c), mientras que, el cálculo de los valores predichos de *is* por categoría diamétrica indican que la dimensión de copa es 16 veces mayor que el *d*, observando una tendencia de disminución de esta proporción a medida que el árbol es de mayores dimensiones (Figura 1d). El coeficiente de

correlación de *Pearson* entre el *Ailc*, la *At* es de 0.52 (± 0.0354) con un valor de $t = 24.483$ significativo ($p > 0.05$) y el *ie* promedio indica un incremento de 56.6 cm en la *At* por cada centímetro que aumenta el *d*.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el modelo lineal ajustado por efectos mixtos para la relación área de intercepción lumínica de copa-diámetro (*Ailc-d*) en *Pinus oocarpa* en Chiapas, México.

Parámetro	Valor	Error estándar	<i>t</i> -value	$Pr > t $	R^2	RCME
a_0	-14.31508	3.1177	-4.59155	<0.001	0.8352	3.266
a_1	2.65499	0.1702	15.59979	<0.001		
ϕ	0.3668583					

$Pr > |t|$: probabilidad al 95 % ($p = 0.05$). ϕ ; desviación estándar de los residuos. R^2 ; coeficiente de determinación. RCME; raíz del cuadrado medio del error.

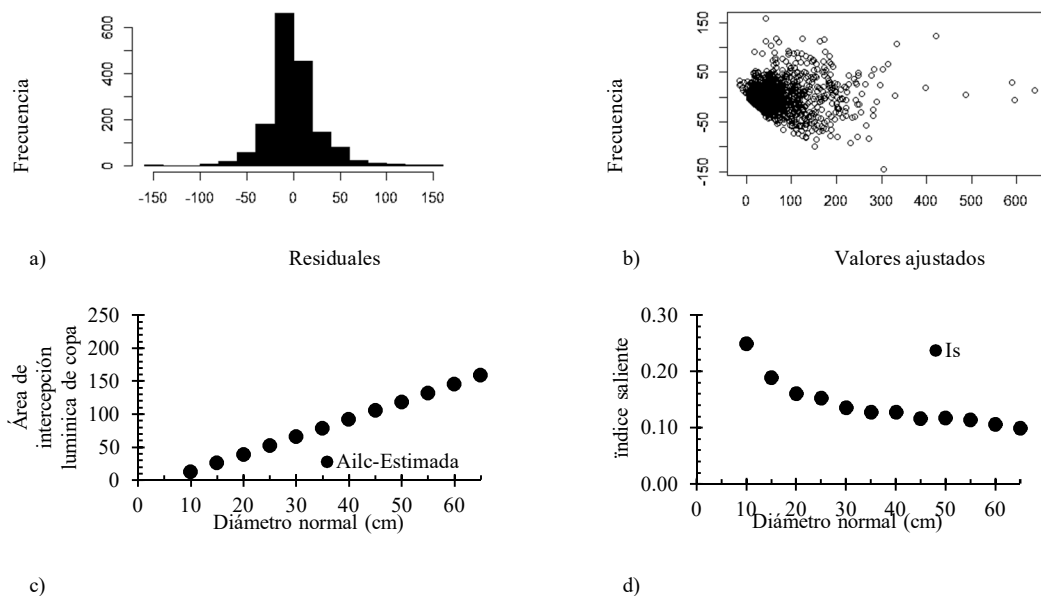


Figura 1. Supuestos de regresión de normalidad (a) y homocedasticidad (b) del modelo lineal, así como valor de estimación del *Ailc* (c) e *is* (d) para *Pinus oocarpa* en Chiapas, México.

El *Ailc* es un indicador indirecto del área fotosintética del árbol, la cual es determinante en el crecimiento y rendimiento de los rodales, además, es dinámico de acuerdo con la carga genética de cada individuo y las distintas condiciones de crecimiento en donde se desarrollan las plantas (Rodríguez *et al.*, 2008). Al combinar la información morfométrica de copa con las actividades silvícolas aplicables en la gestión de los recursos forestales contribuye a proponer prácticas de manejo acorde a las condiciones de crecimiento y desarrollo de cada árbol rodal particular, así como a manipular la densidad y rendimiento maderable de los ecosistemas (Hess *et al.*, 2016).

Si consideramos un rodal con una dimensión de d promedio de 35 cm, su dc será 12.63 veces mayor que el d (4.42 m) y tendrá un $Ailc$ de 78.61 m², por lo cual, bajo el supuesto que la copa es simétrica, tendremos que una densidad completa y sin competencia lateral teórica será de 651 árboles ha⁻¹, dato que puede ser aplicado de manera práctica en términos de gestión forestal y aplicación de aclareos para la especie. La correlación encontrada entre la $Ailc$ y la At es un indicativo de productividad, en donde por lo general, los árboles con mayor altura tienen mayor $Ailc$ e incremento de copa (Jiménez *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2008), mientras que, la proporción promedio del ie señala que un árbol con un d de 30 cm tendría una At de 17 m, por lo cual, esta información puede ser una pauta para realizar estudios semejantes donde se considere la altura dominante de cada sitio o la dominancia vertical de los individuos dentro de la unidad de muestreo.

Conclusiones

Al incluir la covariable conglomerado como aleatoria de la modelación de la relación entre el área de intercepción lumínica de copa ($Ailc$) y el diámetro normal (d) de árboles de *P. oocarpa* que crecen en bosques naturales de Chiapas, México, esta muestra una proporción lineal entre estas dos variables, la cual, tiene un sesgo promedio de 3.27 m² al utilizar la ecuación ajustada.

El índice saliente (is) disminuye a medida que el individuo incrementa sus dimensiones de diámetro normal, en donde el área de cobertura (m²) de cada árbol puede ser utilizada como un parámetro de referencia en la aplicación de las actividades de gestión forestal y apertura de espacios de crecimiento (aclareos) para esta especie de interés comercial en el estado de Chiapas.

Literatura citada

- Hess, A. F., Loiola, T., Arruda S., I. y Nascimento, B. (2016). Morfometría de la copa de *Araucaria angustifolia* en sitios naturales en el sur de Brasil. *Bosque*, 37(3), 603-611.
- Jiménez, J., Kramer H. and Aguirre O. (2002) Bestandesuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Tannen-, Douglasien-, Kiefern-Naturbestand Nordostmexikos. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 173, 47-55.
- Martínez-González, M. A, Sánchez-Villegas A, y Faulin-Fajardo J. (2006). Bioestadística amigable. 2º Edición. Barcelona, España: Editorial Díaz de Santos. 919 p.

Rodríguez, L., R., Valencia M., S., Meza R., J., Capó A., M. A. y Reynoso P., A. (2008). Crecimiento y características de la copa de procedencias de *Pinus gregii* Engelm. en Galeana, Nuevo León. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 19-26.

Cambio climático en agroecosistemas de cítricos: estudio de su percepción en Campeche, México

Verónica Rosales Martínez^{1*}, Lorena Casanova Pérez², Carolina Flota Bañuelos¹, Silvia Fraire Cordero¹
¹Cátedras CONACyT. Colegio de Postgraduados Campus Campeche. ²Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Autor para correspondencia: vrosales@colpos.mx

Resumen

En México, la producción de cítricos llega a regir la vida familiar y la dinámica comunitaria de campesinos con cultivos tradicionales, quienes han visto afectado el rendimiento por el cambio climático. El objetivo fue medir la percepción de los citricultores de Campeche, México, ante el efecto del cambio climático. Se aplicó una encuesta a 65 productores. Se midieron variables sobre ocurrencia de eventos de cambio climático, percepción del aumento de fenómenos y cambio tecnológico. Se encontraron siete tipos de cultivos, sin correlación con el tamaño de propiedad ($r=0.032$), ni con el área destinada al cultivo ($r=0.33$). El 69.6% ha percibido cambios en el clima, pero solo han realizado cambios en la labranza (McNemar.test $\chi^2 = 10.56$, $p < 0.01^{**}$). Es evidente que el cambio climático es percibido por los productores de cítricos; no obstante, no han cuantificado los daños, por lo que no han diseñado estrategias para contrarrestar sus efectos.

Palabras clave: Percepción, Citricultura, Productores, Clima, Cambios.

Introducción

La citricultura es una actividad que se desarrolla en climas tropicales y subtropicales. Para el año 2014 se produjeron en México 7.6 millones de toneladas de cítricos, siendo la naranja el principal género cultivado (4.45 millones de toneladas) (Maya, 2017). El estado de Campeche reportó una superficie sembrada de limón de 2,018 ha, con una producción de 13,453 ton y un rendimiento de 7.539 ton/ha (SIAP, 2017). No obstante, las condiciones tropicales y las precipitaciones, son los principales factores climáticos que influyen sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas de cítricos (Orduz-Rodríguez *et al.*, 2017 Agovino *et al.*, 2018). La permanencia de dificultades climáticas en el sector citrícola tiene principal efecto negativo en la baja productividad de los huertos y por ende en el abandono gradual de las plantaciones. Este fenómeno de cambios en las magnitudes y distribuciones meteorológicas de las variables climáticas clásicas que incluyen la temperatura, precipitación, humedad, velocidad del viento y la evaporación, provocarán cambios

en los comportamientos fisiológicos de las plantas y a su vez impactarán en la productividad agrícola a escala global (Zhang *et al.*, 2017; Agovino *et al.*, 2018). El sector agrícola es sensible al cambio climático y a la capacidad de los pequeños agricultores para desarrollarse (Makuvaro *et al.*, 2018). Por tanto, es necesario adaptar las prácticas actuales y desarrollar nuevas estrategias de resistencia al clima en los sistemas de cultivos (Makate *et al.*, 2019).

Algunas estrategias implementadas para reorientar el desarrollo agrícola bajo la realidad del cambio climático es la agricultura climáticamente inteligente, la agricultura de conservación, variedades de especies mejoradas, entre muchas otras (Karimi *et al.*, 2018).

En consecuencia, el presente manuscrito pretende mostrar las percepciones de los productores del estado de Campeche, México, ante el impacto del cambio climático en el cultivo de cítricos y las estrategias agroecológicas de adaptación ante este fenómeno.

Materiales y métodos

Área de estudio. La investigación se realizó en dos municipios del estado de Campeche: Champotón y Campeche. Determinación del tamaño de muestra. Se calculó del tamaño de muestra utilizando la fórmula propuesta Sierra (1995) para poblaciones finitas. Esta ecuación arrojó a 65.21 productores, por lo que se encuestó a 66 productores de cítricos en total.

Recopilación de datos y análisis de datos. Se utilizó la encuesta participativa como un instrumento de diagnóstico para medir la percepción a través del muestreo por “Bola de Nieve”; aplicando cuestionarios a 66 productores de cítricos bajo precepto de colaboración, teniendo como condicionante que tuvieran cultivo de cítricos dentro de sus unidades de producción. El cuestionario aplicado consistió en preguntas abiertas y cerradas donde se evaluaron variables de tipo cualitativas y cuantitativas. Los datos arrojados por el instrumento de diagnóstico fueron analizados con el paquete estadístico R (3.4.2, 2017).

Resultados y discusiones

Tipos de cultivos de cítricos. Se reportan un total de siete tipos de cítricos cultivados, un solo propietario puede tener hasta cinco cultivos. Sin embargo, la diversificación de cultivos tampoco está correlacionada con el tamaño de la propiedad ($r = 0.032$), ni con el área destinada al cultivo de cítricos ($r = 0.33$).

Percepción sobre el efecto del cambio climático en la agricultura. El 1.5 % considera no percibir un cambio, 28.8 % ha percibido un poco de cambio y 69.6 % percibe un cambio mayor. El 43.0 % cree que el clima se modifica por causas humanas, el 27.6 % lo atribuye a causas naturales, no obstante, el 24.6 % considera que estos dos factores influyen en el cambio climático. También Zhang *et al.* (2017) y Karimi *et al.* (2018) coinciden con estos resultados. Por otra parte, el análisis de componentes principales muestra una varianza del 63.5 % en los dos primeros componentes obtenidos para esta variable (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de componentes principales para la percepción de los factores ambientales en Campeche.

Eventos climáticos	Comp. 1	Comp. 2
Sequías prolongadas		0.695**
Fuertes lluvias	-0.490	-0.343
Huracanes	-0.533*	0.223
Inundaciones	-0.597*	-0.223
Vientos fuertes	-0.345	0.548**

Nota: * – No existe cambio; ** – Si existe cambio

Efectos del cambio climático en el cultivo de cítricos. El cambio climático a 18.5 % les ha afectado mucho, a 70.3 % ha afectado poco y a 11.1 % nada. Son varios fenómenos ocurridos durante las diferentes temporadas del año, las sequías son las de mayor frecuencia. Así mismo, el 54.5 % ha detectado una disminución en su producción después de un desastre, aunque no se tienen reportes exactos de dichas pérdidas.

Prácticas tecnológicas ante el efecto del cambio climático. En esta investigación no se registró un cambio significativo en el uso de prácticas tecnológicas después de un desastre natural con excepción de la labranza, de la cual incrementa su práctica (McNemar.test $\chi^2 = 10.56$, $p < 0.01^{**}$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de McNemar para detectar cambios en el uso de tecnologías después de un evento climático.

Tecnología	Chi-cuadrada	p
Labranza	10.56	$< 0.01^{**}$
Control de malezas	2.25	0.133 ^{ns}
Fertilización	0.25	0.617 ^{ns}
Plagas	0.57	0.449 ^{ns}
Riego	0.00	1.000 ^{ns}
Poda	1.45	0.227 ^{ns}

**Cambio en el uso de tecnología por evento climático.

Conclusiones

Es evidente que el cambio climático es percibido por los productores de cítricos, no obstante, aún desconocen el impacto en términos económicos y sociales que éste tiene sobre ellos. También se percibe que no están preparados ante contingencias ocasionadas por este fenómeno, por lo que es necesario realizar diagnósticos de este tipo para detectar los posibles daños a la fecha causados, con el fin de implementar estrategias de tipo agroecológicas para contrarrestar estos efectos bajo un marco de respeto hacia las personas y a su contexto actual.

Literatura citada

- Agovino, M.; Casaccia, M.; Ciommi, M.; Ferrara, M. and Marchesano, K. (2018). Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.064>
- Karimi, V.; Karami, E. and Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, 17: 1-15.
- Makate, C.; Makate, M.; Mango, N. and Siziba, S. (2019). Increasing resilience of smallholder farmers to climate change through multiple adoption of proven climate-smart agriculture innovations. Lessons from Southern Africa. *Journal of Environmental Management*, 231: 858-868.
- Maya, A. C. J. (2017). Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. *México y la cuenca del pacífico*, 6, 107-142.
- Orduz-Rodríguez, J. O.; Garzón, C. y Lucia, D. (2017). Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13 (2): 136-144.
- SIAP. (2017). Avance de Siembras y Cosechas Resumen nacional por estado.
- Sierra, B.R. (1995). Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios. Editorial: Ediciones Paraninfo. Madrid, España. 720 p. ISBN: 9788428324298
- Zhang, P.; Zhang, J. and Chen, M. (2017). Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83: 8-31.

Comparación de calidad de grano de genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en Chiapas

Rincón Espinosa, David^{1*}, Coutiño Estrada, Bulmaro² y Vázquez Carrillo, Griselda³

¹Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, UNACH. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km 84.5, Villaflores, Chiapas. (david_8110@hotmail.com)*. ²Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa km 3, Ocozocoautla, Chiapas. CP. 29140. Tel. (800) 0882222, ext. 86306. ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. Tel. (800) 0882222, ext. 85364.

Resumen

Se evaluaron en tres localidades de Chiapas diferentes genotipos de maíz amarillo con el objetivo de identificar un híbrido, una variedad mejorada y una variedad nativa con buenos rendimientos de grano y calidad de grano para la industria de la masa y la tortilla. Se identificaron a los híbridos H-443A y Remaco-15A con rendimientos por arriba de las 5 t ha⁻¹, a la variedad mejorada Pob.Am.C1 con rendimiento de 4 t ha⁻¹ y a la variedad nativa Olotillo-A1 con rendimiento de 3 t ha⁻¹, los cuales presentaron características deseables para la industria de la masa y la tortilla. La variedad nativa y la variedad mejorada mostraron ser superiores a los híbridos en el contenido de aceite, proteína y carotenos totales.

Palabras clave: Híbrido, nativo, rendimiento, tortilla, carotenos.

Introducción

México importa más de 16 millones de toneladas de grano amarillo y se podría reducir este volumen si se cultivaran más los maíces amarillos en el país. El maíz amarillo se utiliza en la industria pecuaria (78 %), en la industria del almidón y sus derivados (18-24 %), en la elaboración de cereales y botanas (4 %) y en autoconsumo (2 %); principalmente en forma de tortillas (Tadeo *et al.*, 2012). Chiapas aporta el 14.5 % de la producción nacional ocupando el tercer lugar en la producción de maíz amarillo (García *et al.*, 2016). Los agricultores del centro del estado de Chiapas utilizan semilla de grano amarillo de poblaciones nativas, y de generaciones avanzadas de híbridos y variedades mejoradas; recurren muy poco a la utilización de semillas híbridas debido a sus altos precios, y que no están adaptadas a la región. En la presente investigación se evaluaron diferentes híbridos y variedades mejoradas del INIFAP, así como algunas colectas de variedades nativas en tres localidades de la depresión central de Chiapas, con el objetivo de identificar al menos un híbrido, una variedad mejorada que se adapten a la región y una variedad nativa, que sobresalgan

por sus rendimientos de grano, y en éstos mejores genotipos conocer la calidad del grano para la elaboración de tortillas, el contenido de carotenoides totales, aceite, proteína y almidón.

Materiales y métodos

Se evaluaron genotipos de grano amarillo durante los ciclos agrícolas de temporal primavera-verano (P.V.) 2018 y 2019 en los campos experimentales de: 1) CUTT San Ramón del Campus V de la UNACH, 2) Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP y 3) de la Escuela Preparatoria Agropecuaria de Jiquipilas, Chiapas. Los genotipos evaluados fueron formados en los campos experimentales: Centro–Altos de Jalisco (H-386A y REMACO 15A); Rio Bravo, Tamaulipas (H-443A); Valle de México (HV-59A, HV-60A1 y HV-60A2); la Facultad de Cuautitlán, UNAM (H-UNAM); de Cotaxtla, Veracruz (V-556A) y de Chiapas (V-238AC y Pob.Am.C1, C2 y C3), más cuatro variedades nativas de Olotillo (Olotillo-A1, Olotillo-A2, Olotillo-A3 y Thaiska) y cinco híbridos comerciales. El diseño experimental fue Ládice triple 7x3, la unidad experimental se formó de dos surcos de cinco metros de longitud, a una separación de 0.75 m entre surcos y 20 cm de distancia entre plantas, el rendimiento de grano (Rend) en $t\ ha^{-1}$ se ajustó al 14 % de humedad. Se realizó el análisis de varianza combinado utilizando el paquete estadístico SAS (versión 9.3) y se realizó la prueba DHS (Tukey $\alpha = 0.05$) para detectar estadísticamente el o los mejores genotipos.

A los genotipos sobresalientes se les evaluó la calidad de grano: peso hectolítrico (PH), índice de flotación (IF) y rendimiento de tortilla (RendT), en el laboratorio de calidad de maíz de CEVAMEX-INIFAP, utilizando la metodología propuesta por Salinas y Vázquez (2006). En el laboratorio del CIMMyT se determinó el contenido de carotenos totales (CT), así como el porcentaje de aceite proteína y almidón siguiendo las metodologías propuestas por Palacios (2018). Los análisis se realizaron por duplicado y se realizó el análisis de varianza completamente al azar utilizando el paquete estadístico SAS (versión 9.3) para detectar diferencias significativas entre genotipos.

Resultados

El Rend promedio en las tres localidades en los dos ciclos de prueba fue de $3.6\ t\ ha^{-1}$, estadísticamente los mejores Rend se obtuvieron en Villaflores y Jiquipilas en el ciclo agrícola P.V.

2018 con 4.187 y 3.802 t ha⁻¹, respectivamente. En Jiquipilas, en el P.V. 2019 se presentaron dos precipitaciones con fuertes vientos ocasionando pérdidas de plantas por acamado antes de la floración, reflejándose en su bajo Rend de 2.8 t ha⁻¹. Se identificaron a los híbridos H-443A y REMACO-15A con Rend promedio de 5.7 y 5.5 t ha⁻¹, respectivamente, igualando estadísticamente a los híbridos comerciales; Ramírez *et al.* (2017) reportaron Rend de hasta 9.2 t ha⁻¹ en el híbrido H-386A, y Reyes *et al.* (2009) reportaron Rend de 7 t ha⁻¹ en el H-443A. Entre variedades mejoradas, La Pob.Am.C1 fue la que tuvo Rend por arriba de las 4 t ha⁻¹, lo cual indica que el mejoramiento genético aplicado en la población amarilla es efectivo en incrementar el rendimiento (Hallauer y Miranda, 1981). Por otro lado, de los maíces nativos evaluados, la población Olotillo-A1 fue estadísticamente superior con Rend de 2.992 t ha⁻¹; Coutiño *et al.* (2015) y Cabrera (2018) reportaron Rend por arriba de las 5 t ha⁻¹ en variedades nativas de la raza Olotillo. Los genotipos sobresalientes en Rend, tienen un PH de 78.70 kg hL⁻¹, donde el PH más bajo fue de 74.5 kg hL⁻¹ expresado por Olotillo-A1. Estos genotipos presentaron granos con dureza que fueron de intermedio a duros; de acuerdo a su IF de 50.5 a 5.0 %. Por cada kilogramo de grano se obtuvo un promedio 1.55 kg de tortilla. Todos los genotipos cumplieron los parámetros establecidos por la norma mexicana NMX-FF-034/1-2002 en cuanto al PH, IF y RendT. El contenido de CT en grano fue de 7.34 µg^g de materia seca, siendo Pob.Am.C1 y Olotillo-A1 los sobresalientes con 9.65 y 7.93 µg^g respectivamente. El contenido de aceite fue de 4.44 %, siendo la variedad Pob.Am.C1 la sobresaliente con 4.7 %, el promedio de proteína fue de 10.55 %, sobresaliendo la variedad nativa Olotillo-A1 con 11.8 %.

Conclusiones

Se identificaron a los híbridos H-443A, REMACO-15A con rendimientos arriba de 5 t ha⁻¹, a la Pob.Am.C1 con rendimientos arriba de 4 t ha⁻¹ y una variedad nativa con rendimientos de hasta 3 t ha⁻¹, los cuales mostraron estabilidad en el rendimiento de grano en las 3 localidades de prueba y que con buena distribución de las lluvias tienen la capacidad de incrementarlos. Estos materiales tienen las características deseables para la industria de la masa y la tortilla y con cantidades de carotenos, aceite y proteína propios de un maíz amarillo normal, aunque la variedad Olotillo-A1 y Pob.Am.C1 mostraron ser mejores nutricionalmente que los híbridos.

Literatura citada

- Coutiño E., B., V. A. Vidal M., C. Cruz V. y M. Gómez G. (2015). Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. REMEXCA. 6(5): 1119-1127.
- García S., J., R. K. Skaggs y M. Borja B. (2016). Identificación de las regiones productoras de maíz más competitivas en México en base a la logística y al consumo. Interciencia. 41(6):376-381.
- Hallauer, A. R. and Miranda, Fo J. B. (1981). Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa. USA. 468 p.
- Norma Mexicana NMX-FF-034/1-SCFI-2002. (2002). Dirección Gral. de Normas. México, D. F. 18p.
- Palacios R., N. (2018). Calidad nutricional e industrial de maíz: Laboratorio de Calidad Nutricional de Maíz “Evangelina Villegas”, México. 162 p.
- Ramírez D., J., I. Alemán de la T., M. Chuela B., V. A. Vidal M., A. Ledesma M., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., S. Ruiz R., A. Peña R., C. A. Reyes M., Y. Salinas M., M. G. Vázquez C., J. A. Ruiz C., A. Trujillo C. y R. E. Preciado O. (2017). H-386A. Híbrido trilineal de maíz de grano amarillo para la zona subtropical de México. INIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Folleto Técnico Núm. 5. 48 p.
- Reyes M., C. A., M. A. Cantú, A., M. Garza C., G. Vázquez C. y H. Córdova, O. (2009). H-443 A, híbrido de maíz de grano amarillo para el noreste de México. Rev. Fit. Mex. 32(4): 331-333.
- Salinas M., Y. y G. Vázquez C. (2006). Metodología de análisis de calidad nixtamalera-tortillera en maíz. CEVAMEX, INIFAP. Folleto técnico No. 23. 91 p.
- Tadeo R., M., A. Espinosa C., S. Zaragoza E., A. Turrent F., M. Sierra M. y N. Gómez M. (2012). Forrajes y grano de híbridos de maíz amarillos para valles altos de México. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2): 281 – 288.

Crecimiento en diámetro de *Manilkara zapota* en una selva con certificado forestal en Quintana Roo, México

Alfredo Esteban Tadeo Noble^{1*}, Edmundo García Moya², Juan Ignacio Valdez Hernández², Maribel Apodaca Martínez¹, Héctor Manuel de los Santos Posadas²

¹ Profesor investigador, Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza, Puebla, México.

² Profesor Investigador, Colegio de Postgraduados, México.

Autor para correspondencia: alfredotadeo@gmail.com

Resumen

Las tasas de crecimientos permiten establecer cuotas de aprovechamiento en selvas certificadas con buena gestión. El objetivo fue determinar los incrementos y comparar las tasas de aprovechamiento. Se midió el diámetro normal de 120 árboles de *Manilkara zapota* durante dos años. Se determinó el tiempo de paso (TP) para cada categoría diamétrica usando el incremento periódico anual (IPA). Las tasas promedio de los incrementos presentaron un IPA de 0.32 cm año⁻¹ y desviación estándar (DS) de 0.168 cm año⁻¹. El tiempo de paso promedio fue de 33 años usando el IPA. El tiempo para alcanzar el diámetro meta se estimó en 132 años, diferente a lo establecido el documento de aprovechamiento forestal que considera 75 años para alcanzar un diámetro comercial. El IPA puede ser utilizado para estimar el turno técnico y la corta anual permisible para garantizar la permanencia de la especie.

Palabra clave: Turno, corta anual permisible, Consejo de Custodia Forestal, Noh Bec.

Introducción

La autorización del aprovechamiento forestal persistente bajo esquemas de certificación necesita la instrumentación de programas de regulación, económicos y sociales que promuevan el desarrollo integral (Vásquez-Cortez et al., 2018). Los programas de aprovechamiento forestal deben considerar las tasas de crecimiento de las especies arbóreas para estimar las edades de cosecha (Makocki et al., 2012). Los aprovechamientos forestales de la Península de Yucatán se han enfocado en especies de alto valor comercial, donde las existencias totales se dividen entre el ciclo de corta para estimar la posibilidad anual, pero no se consideran la incorporación, mortalidad y crecimiento de las especies (Flachsenberg & Galletti, 1999). Los programas de gestión forestal carecen de información del crecimiento de las especies comerciales maderables (Negrerros-Castillo

& Martínez-Salazar, 2011). La información de las tasas de crecimiento en diámetro de los árboles son importantes para organizar la gestión de las especies tropicales (Williams-Linera, 1996), y estimar las tasa de producción de madera para cada especie aprovechada (Groenendijk et al., 2017). El objetivo de este ensayo es determinar el comportamiento del crecimiento del diámetro del incremento periódico anualizado (IPA) de *M. zapota*, y estimar el del tiempo de paso para cada categoría en una selva mediana subperennifolia con certificación de buena gestión forestal (FSC) en Quintana Roo, México.

Materiales y métodos

El estudio se llevó al cabo en el área forestal del ejido Noh Bec, México y recuperó su certificado de buena gestión forestal FSC con código de licencia: FSC-C018252, en el año 2015 con una vigencia de 5 años.

Los 120 árboles seleccionados de *M. zapota* pertenecen a áreas bajo gestión forestal selectiva, se les midió el diámetro normal (Dn) cada dos meses a partir de agosto de 2016 hasta agosto de 2018. Se estimó el incremento periódico anualizado del Dn en cm año^{-1} (IPA) se calculó con los datos de la medición inicial (Dn_i) y final (Dn_f), los estadísticos básicos para el IPA por categoría diamétrica de los datos fueron calculados. El tiempo de paso se estimó con base en las categorías diamétricas, el incremento periódico y corriente anual al dividir la amplitud de la categoría diamétrica entre su correspondiente crecimiento máximo, medio y mínimo; al sumar los años acumulados, se obtuvo el tiempo total para alcanzar la categoría del diámetro mínimo de corta (40 cm) (López-Torres & Tamarit-Urias, 2005).

Resultado y discusión

Las tasas promedio de los incrementos presentaron un IPA de 0.32 cm año^{-1} y desviación estándar (DS) de $0.168 \text{ cm año}^{-1}$. El mayor IPA lo obtuvo la categoría de 20 cm con 0.371, el IPA menor se registró en la categoría 10 con 0.261 cm. Si se considera los valores máximos del IPA, en el mejor de los casos se requerirán de 106.4 años, en tanto que bajo un escenario conservador se requerirán 172.5 años para alcanzar el diámetro meta (Tabla 1). El turno técnico para la especie se alcanza a los 132 años de acuerdo con el valor medio del IPA.

Tabla 1: Estadísticos básicos del IPA por categoría diamétrica y el tiempo de paso requerido para que los individuos de *Manilkara zapota* (L.) P. Royen alcancen el DMC.

CD	Amplitud	n	IPA				Tiempo de paso (años)		
			DE	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
10	10	14	0.115	0.174	0.261	0.348	57.6	38.3	28.7
20	10	21	0.214	0.300	0.371	0.443	33.3	27.0	22.6
30	10	31	0.180	0.220	0.271	0.340	45.4	36.9	29.4
40	10	33	0.131	0.277	0.333	0.390	36.2	30.0	25.6
50	10	13	0.161	0.271	0.362	0.452			
60	20	8	0.174	0.241	0.356	0.472			
TAD							172.5	132.2	106.4

CD: categoría diamétrica; n: tamaño; DE: desviación estándar (cm); IPA: incremento periódico anual (cm); TP: tiempo de paso (años) mínimo: límite inferior al 95% de confianza; máximo: límite superior al 95% de confianza; TAD: Tiempo acumulado al DMC (años).

El incremento periódico anual promedio en diámetro de *M. zapota* registrados (0.32 cm año⁻¹) es mayor a lo consignado por Vester and Navarro-Martínez (2007) (0.17 cm año⁻¹) y en el Campo Experimental San Felipe Bacalar del INIFAP (0.18, 0.28 y 0.29 cm año⁻¹) en diferentes tipos de suelos (Santiago-Rodríguez et al., 1993), ambos en selvas subperennifolias de Quintana Roo; un poco menor a los registrados en *M. zapota* (0.443 cm año⁻¹) en tres relieves de la Costa de Oaxaca, México (Ortega-Baranda, 2016) y en *M. chicle* (0.26, 0.48 y 0.64 cm año⁻¹) para diferentes tipos de vegetación en Costa Rica (Chapman & Chapman, 1990). *M. zapota* presenta incrementos menores a los que registro *Manilkara bidentata* (A.DC.) A.Chev. en Puerto Rico (0.40-0.7 cm año⁻¹) (Parresol, 1995), en Venezuela, *Pouteria orinocoensis* (Aubrév.) TDPenn. (Sapotaceae) registro un incremento de 0.229 cm año⁻¹. El incremento en diámetro consignado por *M. zapota* se atribuye a costos energéticos de la planta para sobrevivir en un ambiente muy competitivo (Weaver, 1979), y por ende, muy productivo. Vester and Navarro-Martínez (2007), mencionan que la especie *M. zapota* presenta un incremento en diámetro homogéneo entre las clases diamétricas, mismo comportamiento que se presentó *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (Negreros-Castillo & Martínez-Salazar, 2011).

La gestión forestal con enfoque de crecimiento deberá establecer turnos técnicos más breves para especies de rápido crecimiento como *Cedrela odorata* L. y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Makocki et al., 2012), turnos intermedios para especies de crecimiento moderado como *S. macrophylla* (Chan-Rivas, 2005) y turnos técnicos más largos para especies de lento crecimiento como *M. zapota*. Por lo que se deben establecer ciclos de corta intermitentes que permitan la recuperación del número de árboles aprovechables y a su vez, la cosecha anual. El tiempo de paso promedio fue

de 33 años para el IPA con un tiempo para alcanzar el diámetro meta de 108 años. El turno técnico estimado es mayor a los consignados para preciosas tropicales con 60 años, duras tropicales 50 años y blandas tropicales 40 años (Makocki et al., 2012), en *L. latisiliquum*, López-Torres and Tamarit-Urias (2005) establece un periodo de 21 años para alcanzar la meta de 35 cm, y hasta 120 años en *S. macrophylla* (Snook, 2000). Silva et al. (2001) señalan que la información que aportan los estudios de crecimiento tiene implicaciones importantes para la silvicultura, porque justifican, por ejemplo, la aplicación de raleo para liberar las copas de árboles. La inexistencia de datos de crecimiento confiables no permite la estimación de la tasa de producción que genere otro esquema silvícola; se deben evaluar las implicaciones del ciclo de corta actual o su modificación después de estudiar los incrementos, productividad y rendimiento de las selvas basados en diferentes opciones (Synnott, 2009).

Conclusión: Las tasas de crecimiento para *M. zapota* indican que se debe disminuir la corta anual permitida al 50% de la actual, establecer a *M. zapota* como especie guía, elevar el tiempo de recuperación de las poblaciones y generar ciclos de corta adecuados para la persistencia de la especie. El turno técnico de *M. zapota* debe ser ajustado ya que ahora está fijado en 75 años, valor que pondera la meta de otra especie (caoba).

Literatura citada

- Chan-Rivas, C. V. (2005). El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. *Recursos Naturales y Ambiente*, 44, 37-44.
- Chapman, C. A., & Chapman, L. J. (1990). Density and growth rate of some tropical dry forest trees: comparisons between successional forest types. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 226-231.
- Flachsenberg, H., & Galletti, H. A. (1999). El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. *La Selva Maya, Conservación y Desarrollo. Siglo Veintiuno Editores, México, DF*, 74-97.
- Groenendijk, P., Bongers, F., & Zuidema, P. A. (2017). Using tree-ring data to improve timber-yield projections for African wet tropical forest tree species. *Forest Ecology and Management*, 400, 396-407.

- López-Torres, J., & Tamarit-Urias, J. (2005). Crecimiento e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. En bosques secundarios en Escárcega, Campeche, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 11(2).
- Makocki, M., Valdez-Hernández, J. I., & García-Moya, E. (2012). Crecimiento de tres especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia de Nayarit. In E. Salcedo Pérez, E. Hernández Álvarez, J. A. Vázquez García, T. Escoto García, & N. Díaz Echavarría (Eds.), *Recursos forestales en el occidente de México: Diversidad, Manejo, Producción, Aprovechamiento y Conservación Serie fronteras de Biodiversidad* (Vol. I, pp. 182-206). Centro Universitario de Ciencias Exáctas e Ingenierías, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Negreros-Castillo, P., & Martínez-Salazar, I. (2011). Crecimiento y regeneración avanzada de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth en una selva de Quintana Roo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2(5), 15-27.
- Ortega-Baranda, V. (2016). *Estructura y crecimiento de la vegetación arbórea en selvas de la Costa de Oaxaca* [Doctoral, Colegio de postgraduados]. Montecillo, Texcoco, México.
- Parresol, B. R. (1995). Basal area growth for 15 tropical tree species in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 73(1-3), 211-219.
- Santiago-Rodríguez, B., Lezama-Parraguirre, C., & Cuevas-García, X. (1993). Notas importantes sobre el Chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van Royen). *Revista mexicana de ciencias forestales*, 18(74), 45-63.
- Silva, J., Silva, S. d., Costa, D., Baima, A., Oliveira, L. d., Carvalho, J. d., & Lopes, J. (2001). Crecimiento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jarí. *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 291-308.
- Snook, L. K. (2000). Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. *Ciencia Forestal en México*, 25(87), 59-76.
- Synnott, T. J. (2009). La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración. *CBM-México. Serie Conocimientos*(7).

- Vásquez-Cortez, V. F., Clark-Tapia, R., Manzano-Méndez, F., González-Adame, G., & Aguirre-Hidalgo, V. (2018). Estructura, composición y diversidad arbórea y arbustiva en tres condiciones de manejo forestal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca [Article]. *Madera y Bosques*, 24(3), 1-13. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431649>
- Williams-Linera, G. (1996). Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. *Madera y Bosques*, 2(2), 53-65.

Cualidades eloteras de familias de medios hermanos de una población amarilla de maíz

Coutiño Estrada Bulmaro¹

¹Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. km 3 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla, Chiapas.
Tel. (800) 088 2222, Ext. 86306. coutino.bulmaro@inifap.gob.mx

Resumen

Durante el ciclo agrícola P. V. 2019 se evaluaron 155 familias de medios hermanos de una población amarilla en Ocozocoautla, Chiapas, con objeto de conocer algunas características de producción de forraje y de elote. Las 155 familias, más la población original, se evaluaron bajo un diseño experimental Látiice rectangular simple 13x12 en unidades experimentales de 26 plantas por surco. En etapa de elote se cortaron las plantas a ras del suelo y se midieron variables de peso de forraje, elote, brácteas y contenido de azúcares en ° Brix. El análisis de varianza detectó diferencias significativas en todas las variables medidas, sobresaliendo estadísticamente 79 familias en peso de forraje, de 51 a 34 familias en las otras variables de elotes, las cuales superaron a la población original, excepto en el contenido de azúcares, aunque 32 de ellas tuvieron elotes ligeramente más dulces.

Palabras claves: forraje, elotes, selección recurrente, maíz amarillo.

Introducción

En los últimos tres años (2019 a 2017), la superficie cultivada con maíz para elotes en México ha sido de 66,481 ha, con una producción de 972,863 toneladas y un rendimiento de 15.3 ton/ha. En este mismo periodo, se reporta que en Chiapas se cultivaron 779 ha, con una producción de 5,815 ton y un rendimiento promedio de 20.3 ton/ha (SIAP, 2019).

La producción de elote es muy importante en Chiapas, pues tanto en los centros comerciales como en las tiendas de verduras, se pueden conseguir los elotes frescos a precios que varían según los días del año, desde \$1.0 hasta \$ 2.0; hervidos o asados se cotizan a un precio hasta de \$15.00; también se utilizan en la elaboración de esquites, tamales, panes, atoles, y diversos platillos tradicionales. La producción de elotes se hace en terrenos que tienen acceso al riego, por lo que se puede sembrar todo el año y es más redituable que la producción de grano, pues además del elote se vende el forraje verde con los ganaderos y el terreno solo se ocupa 3 meses. En siembras de

riego, las variedades del INIFAP producen de 13.3 a 16.7 toneladas de elotes por ha, más una producción de forraje fresco de 43.7 a 60.6 toneladas. El precio del elote depende de la época del año, de la región donde se produce y del vendedor, y los productores cultivan diversas variedades para la producción de elote y de forraje (Díaz, 2015). El objetivo de la presente investigación fue conocer algunas características eloterías de una población de maíz amarillo, la cual está en proceso de mejoramiento genético para formar variedades mejoradas.

Materiales y métodos

Se evaluaron 155 familias de medios hermanos de la Población Amarilla Tropical de grano amarillo durante el ciclo agrícola de temporal primavera-verano (P.V.) 2019 en el campo experimental Centro de Chiapas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), municipio de Ocozocoautla, Chiapas. Las 155 familias, más la población original, se sortearon aleatoriamente en un diseño experimental Látxice simple rectangular 13x12, la unidad experimental fue de 26 plantas en un surco de cinco metros de longitud, a una separación de 0.75 m entre surcos y 20 cm de distancia entre plantas, para tener una densidad de población aproximada de 66,000 plantas ha⁻¹.

La siembra se realizó el 10 de julio y la cosecha de elotes a los 77 días. Las variables de planta y elotes que se midieron en una planta extraída al azar de cada unidad experimental fueron: peso total de forraje, peso de forraje sin elote, peso de elotes con bráctetas, peso de elote sin bráctetas, peso de bráctetas, en gramos, con una báscula electrónica (Tor-Rey EQB-50/100 kg), y contenido de azúcares del jugo de los granos machacados del elote, con un refractómetro digital (Atago Pal-1). A las características agronómicas se les realizó el análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, versión 9.3) mediante el procedimiento “Lattice” para detectar diferencias significativas entre familias y se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS = 0.05) para detectar estadísticamente las mejores familias.

Resultados

El análisis de varianza detectó diferencias significativas en todas las variables medidas. Las medias de las variables medidas fueron: 1015 g del peso total de forraje de una planta, 675 g de peso de forraje (sin elote), 335 g de peso de elote con bráctetas, 177 g de peso de elotes sin bráctetas, 158 g

del peso de brácteas y 12. 25° Brix del contenido de azúcares del elote. En siembras de riego, las variedades del INIFAP producen de 13.3 a 16.7 toneladas de elotes por ha, más una producción de forraje fresco de 43.7 a 60.6 toneladas.

Estos resultados coinciden con estudios previos; por ejemplo, el híbrido H561 produce plantas de 1348 g de forraje, sus elotes (con brácteas) pesan 479 g, y sin brácteas 228 g, con una dulzura de 9.47 ° Brix; la variedad V560 produce plantas de 999 g, elotes de 386 y 190 g con y sin brácteas, dulces de hasta 16 ° Brix; la variedad V238AC, la cual tiene más calidad de proteína (QPM), produce elotes con 13.9 ° Brix y hasta 52 ton de forraje/ha (Coutiño, 2019).

Estudios realizados con variedades de las razas Comiteco y Tuxpeño, en siembras de temporal y de riego, indicaron que los elotes de la V-231A de la raza Comiteco son más dulces (12.9 ° Brix) que los del H-561 y de una variedad criolla de grano amarillo (10.3 ° Brix) de la raza Tuxpeño (Coutiño *et al.*, 2015). En los híbridos H-561, H-435, H-422 se han obtenido rendimientos experimentales de 19, 15.9 y 15.1 ton de elote/ha en un solo corte o cosecha, mientras que el híbrido elotero A-7573 y el Sorento producen 16 y 13. 3 ton de elote/ha, respectivamente (Coutiño, 2019). Según los productores de Chiapas que cultivan variedades criollas de maíz, las de grano de color amarillo y negro son más deliciosas para consumo en elotes y tortillas (Coutiño *et al.*, 2019). Los elotes amarillos son relativamente más dulces que los blancos, los rojos y los morados (Gómez, 2010), y pueden ser de mayor valor nutritivo por su contenido de proteínas (Coutiño *et al.*, 2019; Coutiño *et al.*, 2015).

Conclusiones

Se encontró variación significativa en las características eloterías medidas en las 155 familias, sobresaliendo estadísticamente 79 por su peso total de forraje, 36 por su peso de forraje sin elote, 46 y 38 por su peso de elote con y sin brácteas, 34 por su peso de brácteas y 51 por su contenido de azúcares. La población amarilla (testigo) fue superada estadísticamente en todas las variables, excepto en contenido de azúcares, aunque numéricamente, hubo un grupo de 31 familias con elotes más dulces.

Literatura citada

- Coutiño, E. B., V. A. Vidal M., C. Cruz V., M. Gómez G. (2015). Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (6), 1119-1127.
- Coutiño, E., B. 2019. Características eloteras de híbridos comerciales de maíz. En: Avances de Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquera, Desarrollo Rural, Ambiente, Recursos Naturales, Transferencia de Tecnología, Biotecnología y Cambio Climático. INIFAP. Veracruz, Ver. pp:43-48.
- Coutiño, E. B., C. Cruz V., G. Vázquez C., N. Gómez M. (2019). ¿Hay variedades criollas de maíz más nutritivas que otras?. *Acta Fitogenética*, 6 (1), 43.
- Díaz, D. V. (2015). Evaluación de variedades eloteras de maíz en Guadalupe Victoria, Villaflores, Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas.
- Gómez, G. M. (2010). Calidad elotera y nixtamalera de maíces criollos de varios colores de Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas. 74 p.
- SIAP. (2019). Estadísticas de producción de elote a nivel nacional. SADER. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do (Consultado noviembre 2020).

Desarrollo de *Solanum lycopersicum* Mill. bajo diferentes dosis de lombricomposta y composta con malla sombra

Teresa de Jesús Moo Ucán¹, Verónica Rosales Martínez^{2*}, Luis Alberto Huicab Brito¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Hopelchén. Carretera Federal Campeche, Hopelchén, km 83. CP. 24600. ² Cátedras CONACyT. Colegio de Postgraduados Campus Campeche.

*Autor para correspondencia: vrosales@colpos.mx

Resumen

La palabra tomate, deriva de la palabra en nahuatl (lenguaje que hablaban los aztecas de América Central) “tomatl”. El objetivo fue determinar la mejor dosis de abonos orgánicos para la producción de tomate saladette en condiciones de malla sombra T1: 100 g. de lombricomposta; T2: 200 g. de lombricomposta; T3: 100 g. de composta; T4: 200 g. de composta y T5: tratamiento testigo sin fertilizante. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, días de floración, número de ramas, peso y longitud de la raíz. Se utilizó Excel para los análisis estadísticos. Para altura, diámetro de tallo, número de ramas y días de floración no se encontraron diferencias estadísticas, para peso y diámetro de raíz si se encontraron diferencias estadísticas. Dados los efectos positivos con lombricomposta, se propone a este abono orgánico como sustrato adecuado en la producción de esta hortaliza importante para la seguridad alimentaria.

Palabras clave: agroecología, abonos orgánicos, dosis, crecimiento.

Introducción

La palabra tomate, deriva de la palabra en nahuatl (lenguaje que hablaban los aztecas de América Central) “tomatl” (Martínez *et al.*, 2016). La producción de tomate Saladette se concentra en cinco estados de la república mexicana: Sinaloa (25.1% de la producción nacional de esta variedad en 2016), San Luis Potosí (11.0%), Michoacán (8.9%), Zacatecas (6.8%) y Morelos (4.6% del volumen nacional de este tipo de tomate); la producción en campo abierto, durante el año agrícola 2016 representó el 45.9%; en esta modalidad los principales estados productores son: Sinaloa, Michoacán y Zacatecas. En tanto, la producción en agricultura protegida (invernaderos y malla sombra) representó el 54.1%, en donde los principales estados productores son Sinaloa, San Luis Potosí, Puebla, Coahuila y Morelos; la cantidad de hectáreas sembradas y cosechadas ha aumentado en forma paulatina, repercutiendo en el incremento de la producción en cantidad de toneladas por año (Álvarez *et al.*, 2017).

Según Márquez *et al.* (2007), la producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional. La demanda de productos orgánicos ha creado también nuevas oportunidades de exportación para el mundo en desarrollo, además de que ningún país puede satisfacer la demanda de una variedad de alimentos orgánicos producidos dentro de sus fronteras durante todo el año, muchos países en desarrollo han comenzado a exportar con éxito productos orgánicos (FAO, 1999). Por tanto, los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica (Cruz-Lázaro *et al.*, 2009) en la producción de hortalizas.

Bajo este contexto el presente trabajo busca determinar la mejor dosis de abonos orgánicos para la producción de tomate saladette en condiciones de malla sombra.

Materiales y método

Experimento: el trasplante de las plántulas se realizó a los 32 días de haber sembrado la semilla, las plantas se colocaron a distancias de un metro entre surcos y 0.5 metros entre plantas, obteniendo una densidad de 75 plantas en toda el área sembrada (6 x 8 m), con 15 repeticiones por tratamiento (T). Los T quedaron de la siguiente manera: T1: 100 g. de lombricomposta; T2: 200 g. de lombricomposta; T3: 100 g. de composta; T4: 200 g. de composta y T5: tratamiento testigo.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro de tallo, días de floración, número de ramas, peso y longitud de la raíz. Se utilizó Excel para calcular promedios, ANOVA y pruebas de Tukey.

Resultados y discusión

Altura de la planta. Se observa que de acuerdo con el análisis de varianza realizado no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.57$). Se observa un mejor resultado en las plantas del T1 (26.47cm) y T2 (25.82cm), seguidos por el T3 (23.66cm) Y T4 (26.40cm) y por último se ubica el T5 (20.23cm), al cual no se le agregó ningún fertilizante o abono. El resultado obtenido en esta investigación es concordante con los reportados en tomate por Rodríguez *et al.* (2009) al detectar mayor altura de planta de tomate con el uso de abonos orgánicos.

Diámetro de tallo. No existe diferencia significativa entre los cinco tratamientos ($p=0.47$) para la variable diámetro de tallo. No obstante, en el T4 (2.26mm) fue donde se observó mayor

engrosamiento en el tallo, seguido por el T3 (2.25mm) en los primeros días, después en la gráfica se muestra que, en el T1, fue donde se obtuvo un mejor resultado. Estos resultados concuerdan con los reportados por Ortega-Martínez *et al.* (2010) y López *et al.* (2012) quienes afirman que la aplicación de lombricomposta tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y engrosamiento del tallo en plantas encontradas en chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq).

Número de ramas. No se encontraron diferencias significativas en la variable número de ramas ($p= 0.59$). El promedio del número de ramas fue mayor en el T3 (5.7), seguido por T2 (5.6) y finalmente T4 (5.3).

Días de floración de plantas de tomate. Los resultados presentaron un menor número de días a la floración en T1 (66 días después de la siembra), seguido por T2, T3 y T4, que empezaron a florecer a los 71 días después de la siembra, finalmente.

Peso de la raíz. El análisis de varianza para la variable peso de la raíz, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ($p= 0.0000002$). La prueba de Tukey mostró que las diferencias se encontraron entre T1 (11.2gr) vs T3 (4.8gr) y entre T4 (2.8gr) vs T5 (2gr). T1 (11.2gr) presentó un mayor peso promedio de raíz, seguido por T2 (6.2gr), y finalmente, con un peso promedio menor se encuentra T5 (2gr).

Largo de la raíz de planta de tomate. Con respecto a la variable largo de raíz también se observaron diferencias estadísticas significativas ($p= 0.04$). Dichas diferencias se encuentran entre T2 (15.8 cm) con T3 (14 cm), así mismo entre T3 (13cm) con T4 (11cm) y entre T4 (11 cm) con T5 (14 cm) (Cuadro 1). En T1 se obtuvo un mayor largo de raíz (16.6 cm)

Cuadro 1. Variables evaluadas en plantas de tomate Saladette.

Variables	Días	Tratamientos					EE	P<F 0.05
		T1	T2	T3	T4	T5		
Altura de la planta (cm)	15	7.13	7.87	7.8	7.67	7.73	1.13	0.41
	30	16.87	14.53	15.2	14.47	12.47	2.27	0.00
	45	55.43	55.07	48	48.07	40.5	18.82	0.06
Diámetro de tallo (mm)	15	1.61	1.58	1.58	1.58	1.57	0.07	0.58
	30	2.69	2.88	2.93	2.94	2.86	0.45	0.56
	45	7.23a	7.04ab	6c	5.82cd	4.89e	2.06	0.004
Número de ramas	15	2.4	2.13	2.47	2.8	2.73	0.58	0.25

30	5.53	6.33	6.87	5.6	4.47	3.28	0.33
45	7.6	8.4	7.67	7.4	7	1.72	0.00

Cuadro 2. Variables evaluadas en la raíz de la planta de tomate Saladette.

Variables	Días	Tratamientos					EE	P<F 0.05
		T1	T2	T3	T4	T5		
Peso raíz (g)	72	11.2	6.2b	4.8c	2.8d	2de	3.65	0.00
ongitud raíz (cm)	72	16.6a	15.8ab	13c	11d	14e	3.34	0.04

Conclusiones

Se concluye que la lombricomposta como abono orgánico en plantas de tomate *Solanum lycopersicum* Mill, sin importar la dosis empleada, tiene efectos estadísticos destacados en la raíz, además se observó su efecto en el crecimiento de la planta, días de floración y engrosamiento del tallo. Dados los efectos positivos con lombricomposta, se propone a este abono orgánico como sustrato adecuado en la producción de esta hortaliza importante para la seguridad alimentaria.

Literatura citada

- Álvarez, M. M., Núñez, R. M., & Wendlandt, A. T. (2017). Caracterización de la cadena de valor del tomate rojo fresco en México. *Revista Global de Negocios*, 45-58.
- Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello, M., Robledo-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C., & Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidas y Ciencia Trópico Húmedo*, 59-67.
- FAO. (1999). La agricultura orgánica. Agricultura y Protección de consumidor, 1.
- López, M., Poot, J., & Mijangos, M., (2012). Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (2), pp. 307-312.
- Márquez, H. C., Cano, R. P., & Rodríguez, D. N. (2007). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agric. Téc*, 69-74.

- Martínez, D., Ortega, L., Sánchez, J., Olarte, J., Díaz, R. R., & Ocampo, M. (2016). Efecto de diferentes sustratos en el incremento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Ra Ximhai*, 365.
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., & Ocampo-Mendoza, J., (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Ra Ximhai*, 6(3), pp. 365-372.
- Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela, E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E. y Preciado, P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra latinoamericana*. 27 (4), pp. 319 - 327

Diagnostico tecnologico del proceso de producción de cacao en el municipio de Juárez, Chiapas

Leydi López García¹, Orlando López Báez^{1,2*}, Sandra Isabel Ramírez González^{1,2}, Saúl Espinosa Zaragoza^{2,3}, Juan Manuel Villarreal Fuentes^{2,3}

¹AUDES Cacao-chocolate, Centro Universidad Empresa, Universidad Autónoma de Chiapas.

²Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica UNACH CA-68, ³Facultad de Ciencias Agrícolas, CIV, Huehuetán, Chiapas. *Autor para correspondencia: e-mail: olopez@unach.mx

Resumen

Dada la importancia del cacao en el municipio de Juárez y la escasa información disponible, se planteó como objetivo establecer un diagnóstico de la situación tecnológica de este cultivo. Se encontró que el cacao es cultivado en pequeñas unidades de producción manejado con mano de obra familiar. Las plantaciones presentan edad avanzada con deficiente manejo de los árboles de cacao y de sombra. Existe alta incidencia de enfermedades, especialmente la moniliasis y la mancha negra, los productores no fertilizan, muy pocos controlan las enfermedades y la poda aplicada es inadecuada. El análisis de suelo indica deficiencias en los elementos necesarios para nutrir al cacao. Las plantaciones de cacao constituyen sistemas agroforestales con una diversidad de especies vegetales de la que los productores obtienen múltiples beneficios, como sombreado, producción de frutas, maderas, leña, flores, especies y productos alimenticios. Se considera un sistema tradicional con poca aplicación tecnológica y en consecuencia los rendimientos y la rentabilidad son muy bajos.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L., Sistema Agroforestal, Tecnología Tradicional.

Introducción

El cacao es una de las materias primas agrícolas más importantes del comercio internacional; como tal es una fuente indispensable de divisas para muchos países. A nivel mundial se cultivan aproximadamente 7 millones de ha con una producción que en el ciclo 2018/2019 de 4.4 Millones de t de grano seco (ICCO, 2020). Entre los mayores productores se encuentran Costa de Marfil (33%), Indonesia (18%) y Ghana (15%). En México el cacao se cultiva en los estados de Chiapas y Tabasco, se reportan 59,594.5 ha con producción de 28,452 t de cacao seco (SIAP, SADER, 2020); en Chiapas existen 18,406 ha con una producción de 9,869.9 t; que se ubican en varias regiones como: la región Costa y Soconusco, la selva, el Centro y en el Norte del estado. La región

norte es considerada una de las regiones de producción de cacao más importantes del estado por la superficie y las familias que dependen del cultivo; se integra por los municipios de Juárez, Pichucalco, Ixtacomitán y Sunuapa. El municipio de Juárez, se ubica en la llanura costera del golfo de México, colindante con el estado de Tabasco, tiene una extensión territorial de 161.5 km², en este municipio el cacao es un cultivo ancestral manejado de manera tradicional, se reportan 1926 ha con una producción anual de 625 t de cacao seco y junto con la ganadería bovina y la producción de maíz, constituyen las actividades agropecuarias de mayor importancia económica. Dada la importancia del cacao en el municipio de Juárez y la escasa información disponible de la situación del cultivo en este municipio, en esta investigación se planteó como objetivo el de establecer un diagnóstico de la situación tecnológica del cultivo del cacao.

Materiales y Métodos

La metodología aplicada para la obtención de la información se describe a continuación: a) Se realizaron reuniones de trabajo con la Directiva de la organización de productores; b) Recorridos de campo en las plantaciones, para recopilación de material fotográfico de las plantaciones, incidencia de plagas y enfermedades, diversidad de especies y altura de la vegetación asociada, diversidad genética del cacao, topografía y suelos; c) Entrevista a 33 productores (23.4%) del total (141), pertenecientes a 10 comunidades a los que se aplicó un instrumento con 69 reactivos relacionados con el cultivo del cacao y su proceso productivo y de transformación; las entrevistas se realizaron en las plantaciones; d) Recolección de muestras de suelo de 5 plantaciones que se analizaron en el Laboratorio Fertilab de Celaya, Guanajuato; e) El análisis y la integración de la información se realizó mediante estadística descriptiva básica, el cálculo de frecuencias y la construcción de gráficas.

Resultados y discusión

Los recorridos y entrevistas a productores se realizaron de enero a abril de 2020. Se encontró que el 100% de los productores cultiva el cacao en un sistema agroforestal, en el que se identificaron 73 especies arbóreas que sobrepasan el dosel de la planta de cacao, otras son de estructura menor, tipo arbustivas y herbáceas. En cuanto al estado de las plantaciones, según reportan los productores el 60% tiene más de 40 años, el 25% se encuentran en el rango de 20 a 30, y tan solo el 15% se

puede considerar juvenil. Las plantaciones están establecidas en un diseño de marco real o cuadro, a distancias de 4 y 5 metros entre plantas, esto genera una densidad que fluctúa entre 400 a 600 árboles de cacao por ha. En cuanto a variedades de cacao cultivadas, los productores denominan como las más comunes en sus plantaciones al tipo Calabacillo, Patastillo, Criollo y Ceylan, unos pocos reportan la siembra de materiales mejorados difundidos por programas gubernamentales. La propagación es básicamente por semilla, la siembra de plantas propagadas por injerto es poco frecuente. En los recorridos se observó una gran diversidad de caracteres de las plantas, que corresponde a una población segregante del tipo “Trinitario” con expresiones de rasgos del tipo Criollo original como de los Forasteros introducidos a México en el pasado. Algunos productores expresaron que en sus plantaciones se encuentran arboles con características del Criollo fino de aroma como son la presencia de granos blancos o ligeramente pigmentados, de forma abultada. El 100% de los productores reportó la presencia de las enfermedades “moniliasis” (*Moniliophthora roreri*) y la “mancha negra” (*Phytophthora* spp.), el 40% reporta la presencia de la “antracnosis” (*Colletotrichum gloesporioides*) y el 35% indicó la presencia de la muerte del árbol conocida como “mal del machete”, causada por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* (Ramírez-González, 2008; Enríquez, 1985). En cuanto al manejo de la plantación, en la Figura 1 se presentan las tecnologías aplicadas, la práctica común es el deshierbe que se realiza en forma manual con machete. El 70% de productores realizan la poda de formación en plantas menores a 5 años; en plantaciones adultas el 85% realiza la “deschuponada”, una a dos veces al año. Entre los criterios que los productores toman para la poda, señalan la “fase de luna menguante” como la más adecuada, se realiza en los meses de abril, mayo y junio.

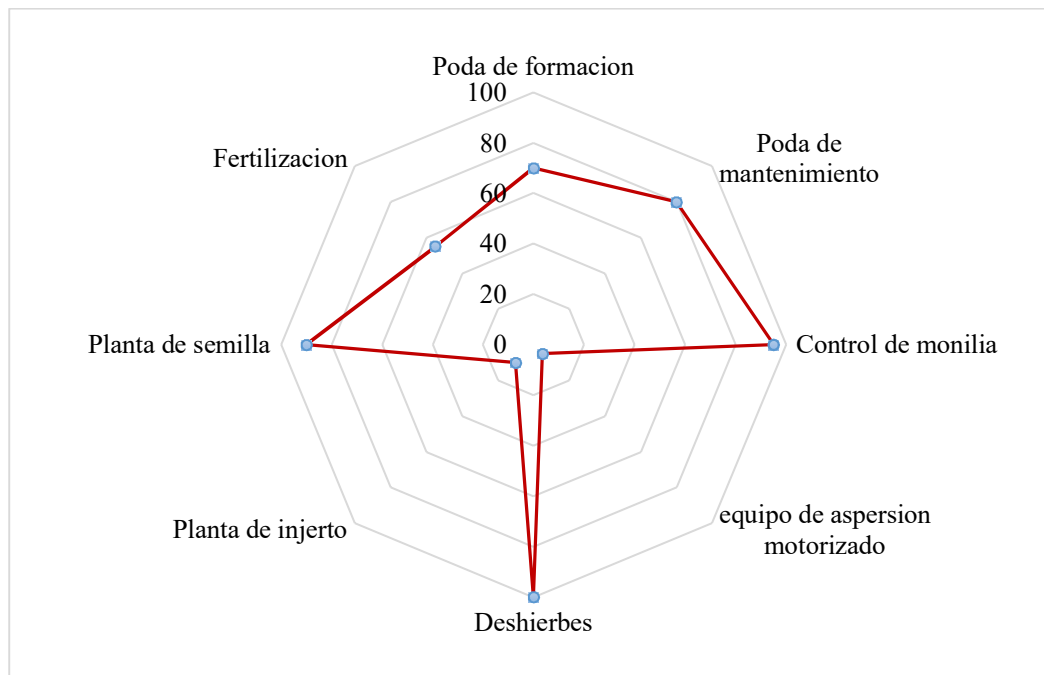


Figura 1. Tecnologías aplicadas por los productores (%) de cacao del municipio de Juárez, Chiapas.

Es necesario destacar que el 60% de las plantaciones presentan árboles con alturas de 5 a 10 m. En este sentido, es importante remarcar entre los productores la necesidad de reducir el porte del árbol y cortar las copas para facilitar prácticas como la aspersión de productos como fungicidas y caldos nutritivos y la cosecha de los frutos (Ramírez-González, 2008; Enríquez, 1985). La aplicación de fertilizantes a la planta de cacao no es una práctica común; en casos excepcionales aplican solamente urea una vez al año; la cantidad por planta es variable. Dado que el cacao extrae fuertes cantidades de potasio, magnesio, calcio y fósforo entre otros minerales, y por la edad que presentan las plantaciones, no resulta difícil imaginar que la fertilidad de los suelos haya disminuido y resulten insuficientes para satisfacer las demandas nutrimentales del cultivo. El análisis físico y químico de suelos indica una textura franca arcillosa a arenosa, adecuada para el cultivo del cacao, el valor del pH refleja una ligera acidez, el contenido de materia orgánica es alto; se consideran pobres en el contenido de elementos como fósforo, potasio, azufre y calcio, zinc y muy pobre en boro. Si bien el 90% de productores realizan el control de enfermedades como la monilia, este se basa en la remoción de frutos enfermos y ocasionalmente se aplican fungicidas. La baja disponibilidad de equipo de aspersión está relacionada a la aplicación de fungicidas, el 73% tiene aspersora manual y tan solo el 5% dispone de bomba motorizada. Con la información recibida de

los productores se estimó una producción media de 85.6 kilos de cacao seco por ha/año, el valor máximo estimado resultó en 300 kg, por lo que en general se estima que el cacao es un cultivo poco rentable.

Conclusiones

En el municipio de Juárez, Chiapas el cacao es cultivado en pequeñas unidades de producción manejado con mano de obra familiar, es un cultivo con bajo nivel tecnológico. Las plantaciones son de edad avanzada, con baja densidad de población de árboles por ha y poco manejo de los árboles de cacao y de sombra. Existe una alta incidencia de enfermedades moniliasis y mancha negra; los productores no fertilizan y no podan los árboles de cacao; muy pocos controlan las enfermedades. Disponen de pocas herramientas para el manejo de las plantaciones. El análisis de suelo indica deficiencias en los elementos necesarios para nutrir al cacao. Las plantaciones constituyen sistemas agroforestales en donde el cacao se cultiva con una gran diversidad de especies vegetales de la que los productores obtienen múltiples beneficios, como sombra a los cacaotales, producción de frutas, maderas, leña, flores, especies y productos alimenticios. El sistema de producción se considera tradicional con poca aplicación de innovaciones tecnológicas y en consecuencia la eficiencia productiva, el rendimiento y la rentabilidad son muy bajos.

Literatura citada

- Enríquez G.A. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 239p.
- International Cocoa Organization (ICCO). 2020. World production and grindings of cocoa beans by region and country. <https://www.icco.org/statistics/quarterly-bulletin-cocoa-statistics.html>
- México. SADER. SIAP. 2020. Avances de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Ramírez-González, S.I. 2008. La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Revista Tecnología en Marcha*, 21(1): 97-110.

Efecto bioestimulante de sábila y sauce como enraizadores de esquejes de *Prunus persica* (L) Batsch.

González Mejía Omar*, Solís Marroquín Daniela, Ramos Carbajal Ernesto, Domínguez Alfaro Leonardo B. y Delgado Ruiz Jorge A.
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa-UNACH. Correo: omar.gonzalez@unach.mx

Resumen

Una de las ventajas de hacer propagación por esquejes en lugar del injertado es que en esquejes, se obtienen plantas en menor tiempo y se omite el uso de portainjertos. Con la finalidad de encontrar enraizadores de origen natural, se planteó como objetivo; evaluar extractos de sábila y sauce como estimuladores del enraizamiento de esquejes de durazno, la influencia del tamaño de los esquejes y el embolsado de ellos como microclima. La hipótesis fue: que al menos uno de los extractos, un tamaño y el embolsado, tienen efecto en el enraizado. El diseño experimental fue completamente al azar. Los resultados muestran que el mejor tratamiento fue sábila+estacas de 30cm+bolsa; presentando un 80 % de prendimiento. Como conclusiones: el mejor enraizador de esquejes fue sábila (80cc/L de agua)+estacas de 30cm+bolsas. El tamaño de estacas sobresaliente fue de 30cm. y el empleo de bolsas de polietileno permitió un mayor prendimiento.

Palabras clave: Propagación; asexual; hormonas.

Introducción

El durazno es considerado uno de los cultivos caducifolios más importantes del mundo. En México ocupa una superficie de 45 mil hectáreas y un valor total de la producción de 727 millones de pesos (Coria *et al.*, 2005). En Chiapas hay establecidas 1904 ha con una producción de 6828.05 ton. La propagación asexual se realiza por acodos aéreos, propagación in vitro, injertos y enraizado de esquejes, este método tiene ventajas de obtener plantas con características idénticas a la madre. Tales como: alta productividad, calidad del fruto, resistente a plagas y enfermedades, producción entre dos o tres años. La propagación por estacas en comparación con el injertado; se obtienen plantas en menor tiempo. Se ha encontrado que auxinas, artificiales, elaborados con ácido alfa-naftalenacético (ANA) y los ácidos indol-butírico (AIB) e ácido indol acético (AIA). Actúan regulando fisiológicamente los puntos de crecimiento de las raíces y afectan la división celular

promoviendo la emisión radical (Giraldo *et al.*, 2009). Por otra parte, existen sustancias estimuladoras de raíces que se obtienen de forma natural, que permiten estimular el enraizamiento. A partir de esto; esta investigación pretendió encontrar extractos vegetales, de fácil elaboración y bajos costos de producción para una técnica de propagación por esquejes.

Metodología

Ubicación geográfica: el área de estudio se encuentra ubicado en la comunidad Miguel Hidalgo del municipio de Copainalá, Chiapas; la altitud de 960m. Materiales y/o equipo utilizado: Navaja, bolsas de plástico negras para vivero de 20x30cm, bolsas para los esquejes, tijera podadora, limador, marcador, vernier y cinta métrica. Llenado de bolsas: para el llenado se utilizó tierra de la comunidad. Material vegetal: la colecta de las varetas, se cortaron de un árbol elite por su rendimiento y calidad, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Tapalapa, Chiapas, de la variedad Diamante. Las varetas se cortaron a primeras horas de la mañana, para evitar la deshidratación. Traslado de las varetas: después de cortarse se colocaron en papel periódico húmedo y fueron trasladadas al sitio donde se desarrolló el experimento. Tratamientos y repeticiones: el estudio constó de 24 tratamientos producto de la multiplicación de los factores A: extracto de sábila y sauce, testigo químico (AIB 10000 ppm), testigo absoluto x B: tamaño de las estacas (10, 20 y 30 cm) x C: embolsado y no embolsado de las estacas. Con 10 repeticiones cada tratamiento; donde cada bolsa con tierra con su respectivo esqueje fue una unidad experimental. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial de AxBxC.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción	Siglas
T1	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (10 cm) + bolsa	E.SA.E. 10 cm con bolsa
T2	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (20 cm) + bolsa	E.SA.E. 20 cm con bolsa
T3	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (30 cm) + bolsa	E.SA.E. 30 cm con bolsa
T4	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (10 cm) + sin bolsa	E.SA.E. 10 cm sin bolsa
T5	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (20 cm) + sin bolsa	E.SA.E. 20 cm sin bolsa
T6	Extracto de sábila (80 cc/L de agua) + esqueje (30 cm) + sin bolsa	E.SA.E. 30 cm sin bolsa
T7	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + esqueje (10 cm) + bolsa	E.S.E. 10 cm con bolsa
T8	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + esqueje (20 cm) + bolsa	E.S.E. 20 cm con bolsa
T9	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + esqueje (30 cm) + bolsa	E.S.E. 30 cm con bolsa

T10	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + esqueje (10 cm) + sin bolsa	E.S.E. 10 cm sin bolsa
T11	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + esqueje (20 cm) + sin bolsa	E.S.E. 20 cm sin bolsa
T12	Extracto de sauce (150 g de hoja fresca/L de agua) + estaca (30 cm) + sin bolsa	E.S.E. 30 cm sin bolsa
T13	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (10 cm) + bolsa	T.Q.E. 10 cm con bolsa
T14	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (20 cm) + bolsa	T.Q.E. 20 cm con bolsa
T15	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (30 cm) + bolsa	T.Q.E. 30 cm con bolsa
T16	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (10 cm) + sin bolsa	T.Q.E. 10 cm sin bolsa
T17	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (20 cm) + sin bolsa	T.Q.E. 20 cm sin bolsa
T18	Testigo químico (AIB 10000 ppm) + esqueje (30 cm) + sin bolsa	T.Q.E. 30 cm sin bolsa
T19	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (10 cm) + bolsa	T.A.E. 10 cm con bolsa
T20	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (20 cm) + bolsa	T.A.E. 20 cm con bolsa
T21	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (30 cm) + bolsa	T.A.E. 30 cm con bolsa
T22	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (10 cm) + sin bolsa	T.A.E. 10 cm sin bolsa
T23	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (20 cm) + sin bolsa	T.A.E. 20 cm sin bolsa
T24	Testigo absoluto (sin enraizador) + esqueje (30 cm) + sin bolsa	T.A.E. 30 cm sin bolsa

Obtención de los extractos: para la sábila se colectaron hojas en Miguel Hidalgo, Copainalá; se lavaron y con una navaja se abrieron para extraer la sabia; midiendo 80 cm³/L de agua a preparar. Para el sauce, se recolectaron hojas frescas de árboles ubicados en las orillas del rio Zacalapa. Por litro de agua se licuaron 150g de hoja, se dejó reposar 15 minutos en un recipiente y se coló. Inmersión de los esquejes en sauce y sabila: los extractos se depositaron en recipientes, para posteriormente sumergir 5cm de los esquejes, dejando reposar 15 minutos para después sembrarlos. Variables evaluadas: prendimiento (estacas enraizadas), longitud del primer brote, número de ramas y días a brotación. Análisis de los datos: se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics 17.0 donde se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias por el método de Tukey al 0.05.

Resultados y discusiones

Prendimiento de estaca

Después de dos meses de evaluación de los extractos de sauce y sabila, en el prendimiento de los esquejes de *P. persica*, se puede observar la figura 1. Que el tratamiento que mejor resultado dio fue la sábila utilizando estacas de 30cm con bolsas; con un 80% de prendimiento. Azcon y Talon (2000). Mencionan que las hormonas vegetales, inhiben o estimulan cualquier proceso fisiológico en las plantas.

Longitud del primer brote

El tratamiento donde más longitud obtuvo el brote; fue donde se expusieron los esquejes en el AIB 10000 ppm (figura 2.), empleando estacas de 20cm y protegiéndolas con bolsa de polietileno. Con una longitud de 2.16cm. Giraldo *et al.*, (2009). Mencionan que el ácido indol-butírico (AIB) y el ácido indol acético (AIA) e inductores químicos artificiales, elaborados con ácido alfa-naftalenacético (ANA), actúan regulando fisiológicamente los puntos de crecimiento activo de las raíces de las plantas y afectan la división celular promoviendo la emisión radical.

Número de ramas

En la figura 3, se presenta la variable número de ramas inducidas a partir de la inmersión de los esquejes de *P. persica* a los extractos de sábila, sauce; en donde se visualiza que el tratamiento donde mayor número de ramas tuvieron las estacas fue en donde se colocaron las estacas en el extracto de sábila, empleando estacas de 30cm de longitud, además del embolsado de las estacas para una protección de ellas. Presentando un promedio de 2.5 ramas/estaca durante los 60 días de estudio; Siendo este el mejor de los tratamientos en comparación con los demás en estudio.

Días a brotación

La variable días a brotación de esquejes de *P. persica* se observa en la figura 4, en donde después de realizar el análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey se determinó que no existe diferencia estadística alguna entre cada uno de los tratamientos. Presentándose un rango de días a brotación de 0.8 a 6.4 días.

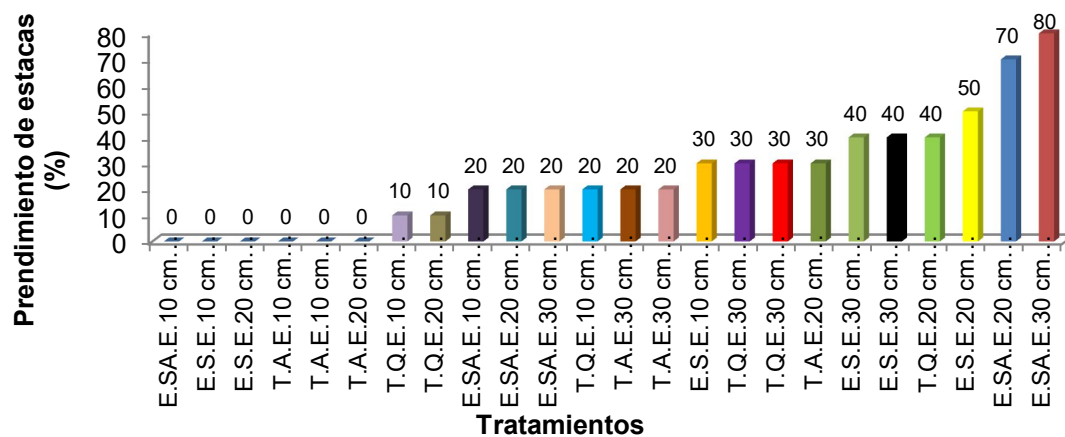


Figura 1. Efecto de los extractos de *Aloe vera* (L.) Burm. F. y *Salix Humboldtiana* Willd. En el prendimiento de esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch.

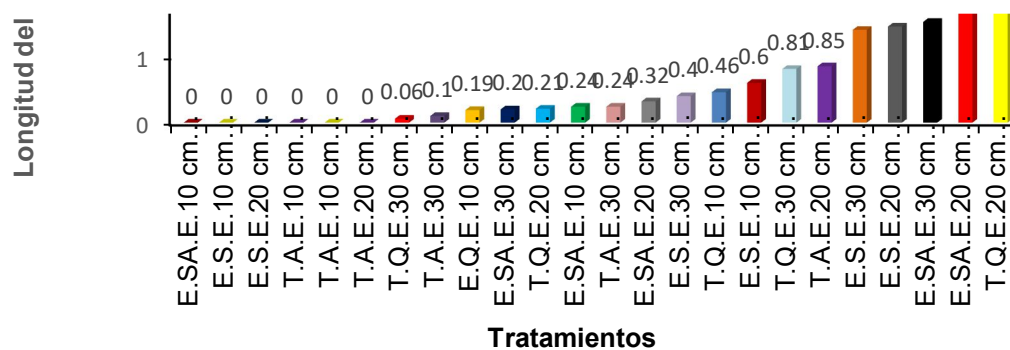


Figura 2. Efecto de los extractos de *Aloe vera* (L.) Burm. F. y *Salix Humboldtiana* Willd. En la longitud del primer brote de esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch.

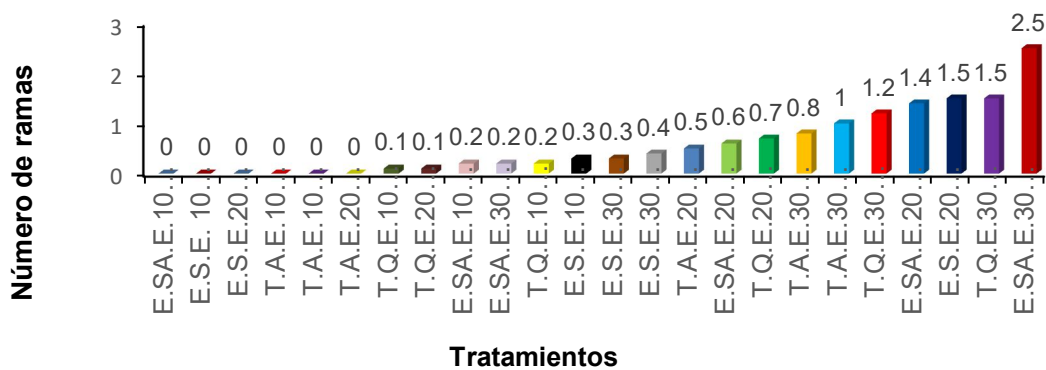


Figura 3. Efecto de los extractos de *Aloe vera* (L.) Burm. F. y *Salix Humboldtiana* Willd. En el número de ramas de esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch.

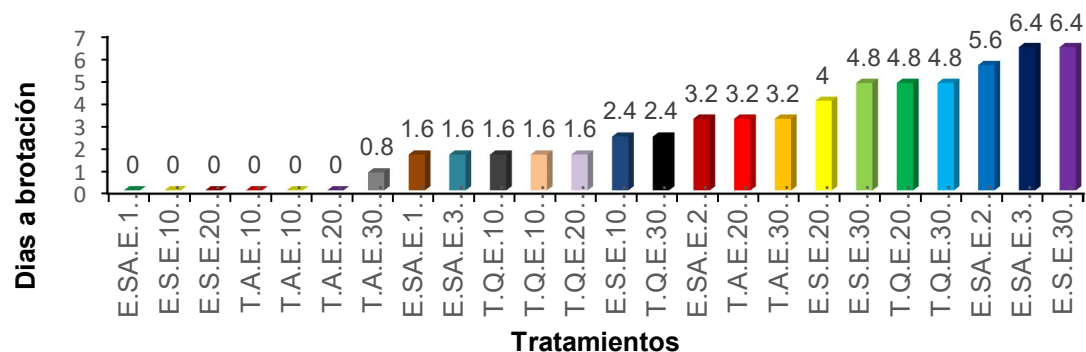


Figura 4. Efecto de los extractos de *Aloe vera* (L.) Burm. F. y *Salix Humboldtiana* Willd. en los días a brotación de esquejes de *Prunus persica* (L.) Batsch.

Conclusiones

El mejor enraizador fue el extracto de sábila (80 cc/L de agua)+estacas de 30cm+ bolsas. Siendo este mejor que el AIB 10000ppm. El mejor tamaño de estacas es 30cm. Las bolsas de polietileno para proteger las estacas permitió un mayor prendimiento.

Literatura citada

- Azcon, J. y Talon, M. 2000. "Fundamentos de fisiología vegetal" Ediciones universidad de Barcelona, primera edición, Barcelona España, pp 286, 287, 317.
- Coria, V. M., Morales, J. L. y Alcántar, J. J. (2005). Enfermedades del durazno *Prunus persica* (L.) en Michoacán. INIFAP y Fundación Produce Michoacán, A.C., México. p. 1.
- Giraldo, L. H. Ríos y M. Polanco. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria y ambiental* RIAA 0(1): 41-47.

Efecto de tres consorcios microbianos en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas

Macías-Coutiño, Paulina^{1*}; Guevara-Hernández, Francisco²; Ruíz-Valdiviezo, Víctor Manuel¹; Reyes-Sosa, Mariela B.¹; La O-Arias, Manuel A.;¹ Pinto-Ruíz, René

¹ Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH-FCA), campus V. Carretera Ocozocoautla-Villaflores. C. P. 30470. mscou@gmail.com

²UNACH-FCA, campus V. Carretera Ocozocoautla-Villaflores. C. P. 30470. francisco.guevara@unach.mx

¹ Carretera Panamericana km 1080, Col. Juan Crispin, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C. P. 29050. bioqvic@hotmail.com

Resumen

Debido a los altos costos de insumos externos y la creciente degradación de los suelos de la región Frailesca, Chiapas, se presenta una baja productividad en los sistemas de maíz. Los microorganismos de montaña (MM) se presentan como una alternativa para mejorar las condiciones del suelo. Sin embargo, se desconocen los efectos potenciales que tienen estos consorcios en el cultivo de maíz. Se estableció un diseño experimental de cuadro latino 4x4, para evaluar el efecto de tres consorcios de MM sobre las variables de crecimiento y producción de biomasa en un sistema de producción de maíz bajo manejo agroecológico en Villaflores, durante un ciclo productivo (P-V) de 2020. Se encontraron diferencias significativas en los valores de la variable de diámetro de tallo y la producción de biomasa.

Palabras clave

Biomasa, microorganismos de montaña, maíz.

Introducción

La región Frailesca de Chiapas presenta una baja productividad en sus sistemas de producción de maíz. Esto se debe, en gran parte, al uso indiscriminado de agroquímicos lo que se relaciona con una creciente degradación físico-química y biológica de los suelos de la región. Los MM funcionan como inóculos de consorcios microbianos en los cultivos para mejorar las condiciones del suelo (Castro *et al.*, 2015). Sin embargo, se desconocen los efectos otenciales que tienen estos consorcios en el cultivo de maíz. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de los MM sobre variables de

¹ Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH-FCA), campus V. Carretera Ocozocoautla-Villaflores. C. P. 30470. mscou@gmail.com

² UNACH-FCA, campus V. Carretera Ocozocoautla-Villaflores. C. P. 30470. francisco.guevara@unach.mx

crecimiento y producción de biomasa en un sistema de producción de maíz bajo manejo agroecológico en Villaflores, Chiapas.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio. El trabajo se realizó en la ranchería San Joseíto Alcaparrosa ubicado en el municipio de Villaflores, Chiapas.

Preparación de microorganismos de montaña

Se levantó un muestreo por cinco de oros en los núcleos representativos de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, en el Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) “La Frailescana”, y en suelos poco perturbados del Cerro Nambiyugúa. Se elaboraron los MM con base en la técnica de Suchini Ramírez (2012) y se obtuvieron tres tratamientos compuestos por los consorcios obtenidos: MM₁ (La Frailescana), MM₂ (REBISE), MM₃ (Nambiyugua).

Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental de cuadro latino de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en 16 unidades experimentales (UE), cada una con 6 hileras y una distancia entre hilera de 0.8 m por 5 m de largo. El manejo agronómico correspondió al manejo agroecológico que realiza el productor (Martínez *et al.* 2020). La aplicación de los consorcios microbianos se realizó a los 20 y 50 días después de siembra (dds) al 50% y a los 60 dds al 75%.

Medición de variables

Se tomaron 10 plantas al azar en cada parcela experimental en la etapa de crecimiento del maíz y se midió: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y área foliar (cm²). La estimación de biomasa se realizó a través de un muestreo destructivo a los 90 dds con una estufa de aire forzado hasta llegar a peso constante.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de ANOVA y comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistica, versión 10.

Resultados

Crecimiento del cultivo de maíz

El alza en los valores de altura de planta después de los 35 dds se puede deber a que el crecimiento del maíz acelera su crecimiento cuando se acerca a su etapa de madurez (MM₃) (figura 1). Se observó que el tratamiento MM₃ destacó en la medición del grosor de tallo; la prueba Duncan indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos bajo esta variable. El área foliar se determinó a través del ancho y la longitud de la hoja. En la figura 3 se observó que no hay diferencias significativas. El valor más alto entre los tratamientos fue de 417.3 cm² con MM₃, similar al valor del testigo con 411.5 cm².

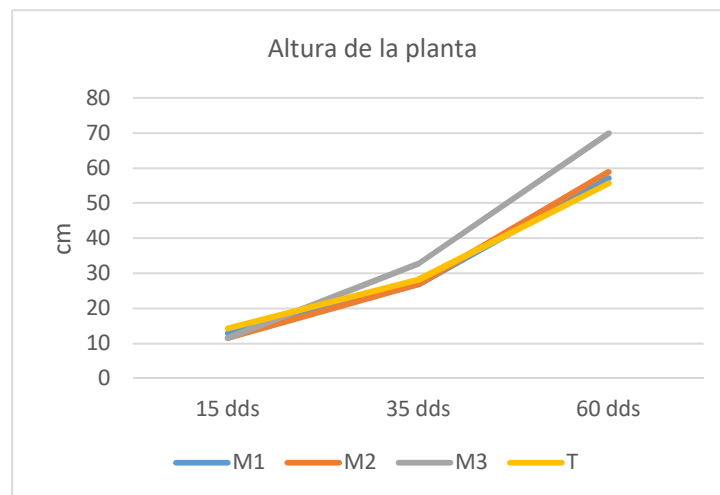


Figura 1. Altura de planta

De acuerdo a la prueba de Duncan, se puede afirmar con un 98% de probabilidad que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, destaca el tratamiento MM₃ al comparar las medias de los valores.

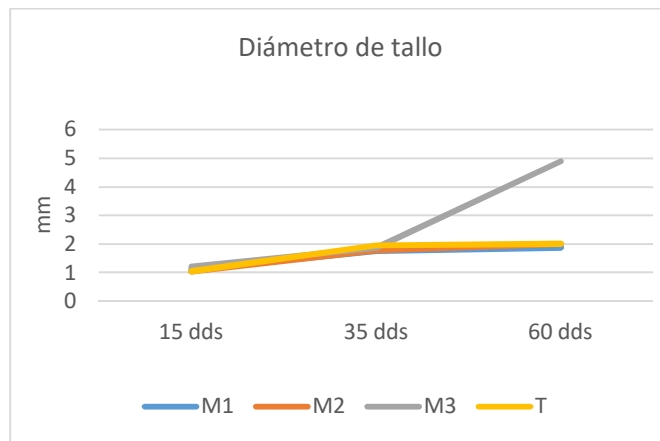


Figura 2. Diámetro de tallo

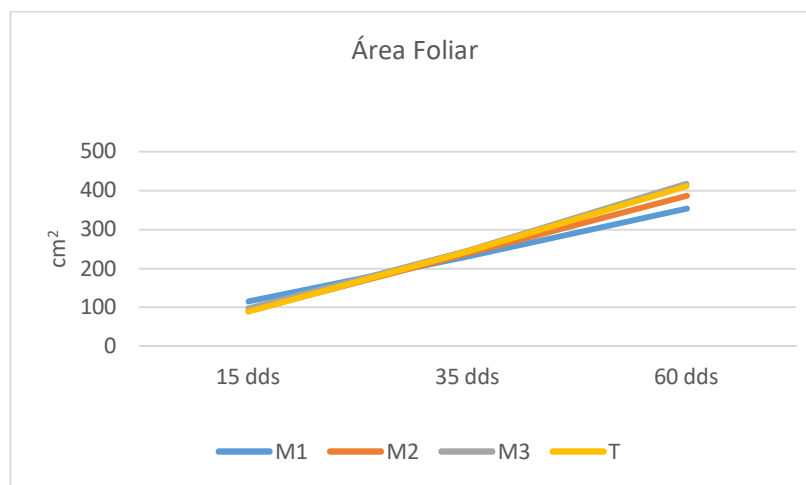


Figura 3. Área foliar

Producción de biomasa

Con la prueba de Duncan, se demostró con una significancia del 14% que hubo una diferencia significativa entre los tratamientos (figura 5) para la producción de biomasa seca. Los resultados obtenidos pueden deberse a lo publicado con Castro et al., (2015), estos autores mencionan que los mejores inóculos para elaborar MM son los sitios agroecológicos cercanos al área de cultivo.

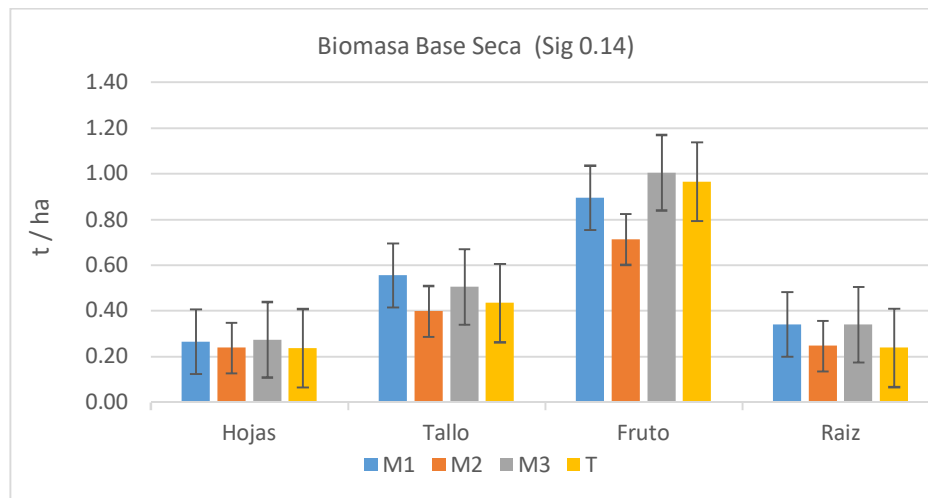


Figura 4. Biomasa seca

Conclusiones

No existe diferencia significativa de las variables de crecimiento evaluadas entre los tratamientos realizados, sin embargo, en producción de biomasa global basado en la prueba Duncan, hay diferencia significativa en al menos un tratamiento realizado.

Literatura citada

- Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Uribe Lorío, L., y Mata Chinchilla, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3): 21-36.
- Martínez Aguilar, F. B., Guevara Hernández, F., La O Arias, M. A., Rodríguez Larramendi, L. A., Pinto Ruiz, R., & Aguilar Jiménez, C. E. (2020). Caracterización de productores de maíz e indicadores de sustentabilidad en Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5): 1031-1042.
- SIAP. (2019). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta*. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Suchini Ramírez, J. G. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio* (Primera ed.). Turrialba, C. R.: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Efecto del sombreado en el crecimiento del tallo e inicio de floración de *Capsicum* spp.

Dario De la Cruz-Ricardez^{1*}, Luz del C. Lagunes-Espinoza¹, Carlos F. Ortiz-García¹, Edith Hernández-Nataren¹, R. Marcos Soto-Hernández² y Rocío G. Acosta-Pech¹.

¹Programa de Doctorado en Ciencias Agrícolas en el Trópico. Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados. 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México (delacruz.dario@colpos.mx). ²Postgrado en Botánica; Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Apartado Postal 358, 56101. Texcoco, Estado de México.

Resumen

En Tabasco crecen bajo diferentes condiciones de sombreado genotipos de *Capsicum* como amashito, garbanzo y pico paloma, y sus efectos en crecimiento y producción no han sido objeto de estudio. El objetivo fue evaluar el efecto del sombreado en la altura y días a la primera bifurcación del tallo, y altura y días a inicio de floración de *Capsicum* spp. establecidos en tres condiciones de sombreado. Se contabilizaron los días a la primera bifurcación del tallo y floración y se midió la altura cuando estas se presentaron. Los datos se analizaron bajo un diseño de parcelas divididas en bloques completamente al azar, donde los tratamientos fueron 35%, 70% de sombra y cielo abierto. Los días y altura a la primera bifurcación del tallo presentaron significancia por efecto de sombreado y genotipo. En los días a inicio de floración no hubo significancia por efecto del sombreado; sin embargo, los genotipos presentaron significancia.

Palabras clave: Malla sombra, chiles silvestres, altura, floración, sombreado

Introducción

En el estado de Tabasco crecen de manera silvestre los morfotipos de *C. annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill conocidos como amashito (AMA) y garbanzo (GAR) y *C. frutescens* conocido como pico paloma (PIP). Estos ejemplares crecen bajo diferentes condiciones agroambientales y de sombreado como plantaciones de cacao y plátano, acahuals, linderos de potreros, milpas, huertos familiares y solares (Gutiérrez-Burón *et al.*, 2020). Estudios recientes indican que la cantidad de luz que incide sobre el dosel de plantas de *Capsicum*, tiene efecto en el crecimiento, desarrollo y producción al alterar su morfología y fisiología (Zermeño-González *et al.*, 2019). Hernández-Verdugo *et al.* (2015) reportan que *C. annuum* var. *glabriusculum* del noroeste de México muestra una amplia variación en las características fenotípicas en respuesta a diferentes condiciones de disponibilidad de la luz, y que este chile

silvestre y sus variantes tienen el potencial de responder a estas condiciones variantes de disponibilidad de luz, donde la plasticidad fenotípica es una alternativa para adaptarse estas condiciones. En el estado, no se han realizado estudios para evaluar el efecto del sombreado en los morfotipos de chiles presentes, lo que es esencial para comprender su capacidad de adaptación ante la velocidad en el cambio de uso de suelo en el estado. Entre las características que han sido relacionadas con la respuesta de las plantas a la disponibilidad de la luz están la elongación del tallo, reducción del área foliar y de ramificaciones (Taiz y Zeiger, 2006). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del sombreado en la altura y días a la primera bifurcación del tallo, y altura y días a inicio de floración de *Capsicum* spp., establecidos en tres condiciones de sombreado.

Materiales y Métodos

En otoño 2019, frutos maduros (rojos) de dos especies de *Capsicum*: *C. frutescens* (PIP) y *C. annuum* var. *glabriusculum* morfotipos AMA y GAR, se colectaron de poblaciones silvestres en el municipio de Huimanguillo, Tabasco, México (17°43'18.2" N, 93°23'10.7" O). Las semillas se extrajeron, se pretrataron para romper latencia y promover germinación y se sembraron en charolas de plástico. El trasplanta se realizó 30 días después de la siembra, bajo tres niveles de sombreado (NS): cielo abierto (sin malla sombra), 35% y 70% de sombra, utilizando malla sombra con niveles de intercepción de radiación de 65 y 30%. La distancia entre plantas fue de 1 m. Las variables que se evaluaron fueron días a la primera bifurcación del tallo (DB), altura a la primera bifurcación del tallo (AB), días a inicio de floración (DF), y altura a inicio de floración (AF). El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas en bloques completamente al azar. La parcela grande fue el nivel de sombreado (cielo abierto, 35%, 70%) y la parcela chica los genotipos (GE) de chile (AMA, GAR y PIP), con cuatro repeticiones. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y comparación de medias correspondientes por la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

En análisis de varianza mostró significancia para las variables evaluadas. Para la primera bifurcación hubo significancia en DB y AB por efecto del genotipo ($p \leq 0.001$) y el nivel de sombreado ($p \leq 0.05$). En el caso de la floración, en la variable DF no hubo significancia por efecto de NS; sin

embargo, el efecto por GE fue significativo ($p \leq 0.001$); en la AF hubo significancia por NS ($p \leq 0.01$), GE ($p \leq 0.001$) y la interacción NS*GE ($p \leq 0.001$).

Altura a la primera bifurcación del tallo. La menor altura a la primera bifurcación del tallo la presentó el chile AMA en los diferentes niveles de sombreado (18.8 a 21.1 cm), mientras que los chiles PIP y GAR, en promedio, presentaron la mayor altura a la primera bifurcación del tallo (33.6 a 39.7 cm).

Días a la primera bifurcación del tallo. El chile AMA fue el más precoz, al presentar la primera bifurcación del tallo a 22 y 27 días antes que PIP y GAR, respectivamente (56 días después del trasplante). Entre los chiles PIP y GAR no hubo diferencia significativa para esta variable (78 y 83 días después del trasplante, respectivamente).

Altura a inicio de floración. Con respecto a la AF, el NS del 70% incrementó la altura a inicio de floración del chile AMA (69.5 cm), con respecto al NS de 35% (44.1 cm) y 0% (42.4 cm) y del chile GAR (93.5 cm a 70%; 75.1 cm a 35% y 63.0 cm a 0%). En contraste, la altura a inicio de floración del chile PIP no presentó diferencia significativa entre los diferentes niveles de sombreado.

Días a inicio de floración. En la Figura 1 se muestran los DF de tres GE de chiles por efecto del sombreado; con el NS al 70%, el chile AMA presentó la mayor precocidad a inicio de floración (69.4 días después del trasplante), mientras que, con los porcentajes de sombra de 35 y 0% no mostró diferencia significativa (77 días después del trasplante).

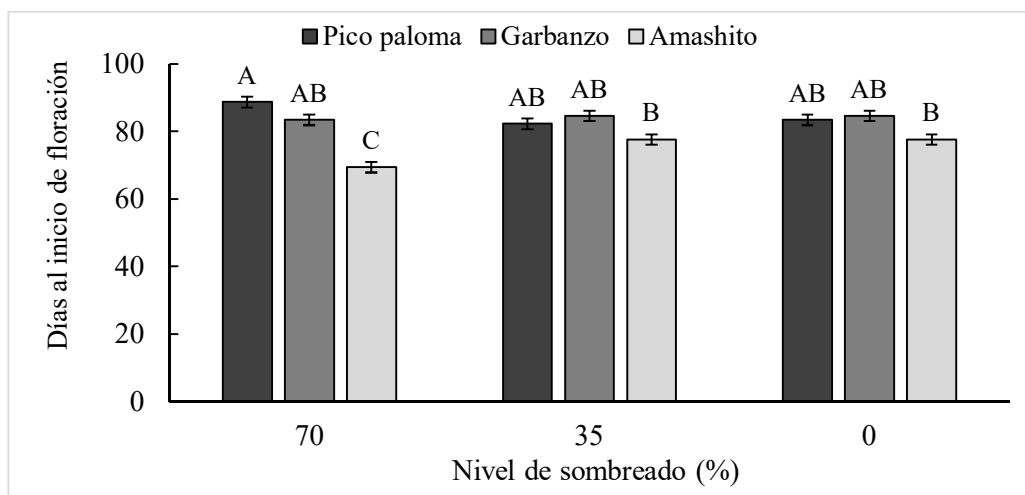


Figura 1. Días a inicio de floración de tres genotipos de chiles cultivados con tres porcentajes de sombreado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

En contraste, los chiles PIP y GAR no mostraron diferencias significativas para DF entre los NS. En estos chiles el rango de días a inicio de floración fue entre 82.2 y 88.6 días después del trasplante, es decir 13 y 19 días después del inicio de floración del chile AMA con 70% de NS. La cantidad y distribución de radiación incidente tiene un efecto significativo en la altura de plantas, y los resultados del efecto del sombreado en la AB y AF obtenidos en este estudio concuerdan con los observados por Ayala-Tafoya *et al.* (2015) y Zermeño-González *et al.* (2019). Estos autores indican que las plantas de *Capsicum* que reciben menor cantidad de radiación durante el día presentan mayor altura, mientras que las que crecen a campo abierto reciben mayor radiación y su porte es menor (Zermeño-González *et al.*, 2019). Aunque, el genotipo tiene un efecto fuerte, como es el caso de PIP y GAR cuya altura a la primera bifurcación del tallo no se vio afectada por el nivel de sombreado. El efecto por sombreado también afecta la fase reproductiva, comenzando con la floración. En chile piquín del noroeste del país, el sombreado y el color de la malla incrementa la altura de planta y reduce los días a floración, mostrando un fuerte efecto del ecotipo (Paredes-Jácome *et al.*, 2020), al igual que lo observado en este estudio para el chile AMA y PIP para altura de planta, solo en AMA para días a floración.

Conclusión

El nivel de sombreado afectó los días a la primera bifurcación del tallo, la altura de planta y días al inicio de floración. El genotipo tuvo un efecto significativo en todas las variables evaluadas.

Literatura citada

- Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez-Alcaraz, T. J., Valenzuela-López, M. y Parra-Delgado, J. M. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Rev. Fitotec. Mex.*, 38: 93-99.
- Gutiérrez-Burón, R., Latournerie-Moreno, L., Garruña-Hernández, R., Ruiz-Sánchez, E., Lara-Martín, A. R., y Castañón-Nájera G. (2020). Diversidad fenotípica de chile Amashito de Tabasco y Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11: 649-662.
- Hernández-Verdugo, S., González-Sánchez, R. A., Porras, F., Parra-Terraza, S., Valdez-Ortiz, A., Pacheco-Olvera, A. y López-España, R. G. (2015). Plasticidad fenotípica de poblaciones de

chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) en respuesta a disponibilidad de luz. *Botanical Sciences*, 93: 1-10.

Paredes-Jácome, J. R., Mendoza-Villarreal, R., Perez-Rodriguez, M. Á., Robledo-Torres V., and Moreno-Limón S. (2020). Agronomic behavior of piquin pepper ecotypes under photoselective covers. *Ing. agric. biosist.* 11: 53–67.

Taiz, L., and Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal. Vol. 2. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universitat Jaume I. Valencia, España. 1338 p.

Zermeño-González, A., Claveria-Cigarrero, G. L., Melendres-Alvarez, A. I., Ramírez-Rodriguez, H., Munguía-López, J. P., Campos-Magaña, S. G., y Cadena-Zapata, M. (2019). La cubierta plástica y su relación con la radiación, crecimiento y rendimiento de un cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.). *Agrociencia* 53: 709-723.

Eficiencia productiva y reproductiva en ovejas Pelibuey alimentadas con Pasto Cubano (*Pennisetum purpureum* Schumach.) y Gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) durante la época de baja fertilidad

Jaime Jorge Martínez-Tinajero¹, Teresita Guzmán Antonio¹, Bernardo Sánchez Muñoz², José Luis Cruz López²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus V, Universidad Autónoma de Chiapas

Abstract

Con el objetivo de evaluar la eficiencia productiva y reproductiva fueron utilizadas 45 ovejas Pelibuey de tres partos con un peso aproximado de 34 ± 5.5 kg, cíclicas y con un mínimo de 60 días post-parto y alimentadas con pasto cubano (*Pennisetum purpureum*) y Gandul (*Cajanus cajan*) durante la época de baja fertilidad en condiciones del trópico húmedo de México. El peso inicial fue de $29.8 \pm 1.3a$, $31.1 \pm 1.9a$ y $30.8 \pm 1.5a$ para T1, T2 y T3 respectivamente, no existiendo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. El peso final fue de 29.6 ± 1.7 , 30.6 ± 2.2 y 35.9 ± 1 kg para T1, T2 y T3, respectivamente, no existiendo diferencias ($P > 0.05$) entre los grupos de estudio. El 68.8% de las ovejas presentaron cuerpos lúteos, siendo 53.3, 66.6 y 86.6% para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P < 0.05$) entre los grupos experimentales. El promedio de cuerpos lúteos por oveja estudiada fue superior ($P < 0.05$) en T3 (1.46 ± 0.91) que T1 y T2 (0.53 ± 0.74), (0.86 ± 0.88). El diámetro de los cuerpos lúteos encontrados fue de 1.7 ± 0 , 2.5 ± 0.6 y 3.7 ± 0.4 mm para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Keyword: Legumes, Cajanus, sheep, MAP, eCG

Resumen

Con el objetivo de evaluar la eficiencia productiva y reproductiva fueron utilizadas 45 ovejas Pelibuey de tres partos con un peso aproximado de 34 ± 5.5 kg, cíclicas y con un mínimo de 60 días post-parto y alimentadas con pasto cubano (*Pennisetum purpureum*) y Gandul (*Cajanus cajan*) durante la época de baja fertilidad en condiciones del trópico húmedo de México. El peso inicial fue de $29.8 \pm 1.3a$, $31.1 \pm 1.9a$ y $30.8 \pm 1.5a$ para T1, T2 y T3 respectivamente, no existiendo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. El peso final fue de 29.6 ± 1.7 , 30.6 ± 2.2 y 35.9 ± 1 kg para T1, T2 y T3, respectivamente, no existiendo diferencias ($P > 0.05$) entre los grupos de estudio. El

68.8% de las ovejas presentaron cuerpos lúteos, siendo 53.3, 66.6 y 86.6% para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P<0.05$) entre los grupos experimentales. El promedio de cuerpos lúteos por oveja estudiada fue superior ($P<0.05$) en T3 (1.46 ± 0.91) que T1 y T2 (0.53 ± 0.74), (0.86 ± 0.88). El diámetro de los cuerpos lúteos encontrados fue de 1.7 ± 0 , 2.5 ± 0.6 y 3.7 ± 0.4 mm para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos.

Palabras clave: Leguminosas, Cajanus, Ovejas, MAP, eCG

Introducción

La producción de forrajes en la costa del estado de Chiapas está definida en dos épocas del año que se caracterizan por ser una seca y la otra de lluvias. En el caso de la primera, la renovación de las praderas es lenta y de mala calidad ya que los pastos se lignifican por lo que se disminuye el consumo por parte de los animales. En este sentido, Combellas *et al.* (1999) señalan que con la utilización de forrajes tropicales difícilmente se cumplen los requerimientos de los animales principalmente durante el crecimiento y lactación, obteniendo índices productivos y reproductivos bajos.

Una forma de contrarrestar la falta de calidad de las gramíneas es la suplementación a base de concentrados, los que hoy en día tienen un elevado costo, particularmente aquellos que poseen alto contenido proteínico; además de que biológicamente no es justificable su utilización en animales con capacidad para realizar un uso eficiente de los forrajes (Cáceres *et al.*, 1996), siendo necesario establecer alternativas que permitan el aporte de nutrientes a bajo costo.

Entre las alternativas viables se encuentran el uso de leguminosas forrajeras, debido a que presentan un alto contenido proteico, lo que disminuye los costos de producción e incrementa la estabilidad del sistema, disminuyendo la dependencia externa de nitrógeno mediante la fijación biológica y juegan un papel importante en la conservación de los ecosistemas agrícolas (Bustamante *et al.*, 2002; Soto, 2003).

Actualmente los sistemas de producción agropecuarios han retomado como objetivo alcanzar una comunidad estable, con varios estratos de plantas productoras de follaje y/o frutos con valor nutritivo complementario a los monocultivos que son básicamente gramíneas con sistema radicular poco profundo y por lo tanto una limitada producción de forraje, estos estratos pueden ser rastreros, arbustivos o arbóreos, se utilizan como bancos de proteína, cercos vivos y como componentes

mejoradores de la calidad nutritiva de las praderas, además poseen un sistema radicular mas profundo y desarrollado característica que les permite producir forraje en periodos secos (Olivares *et al.*, 2005).

El Pasto Cubano (*Pennisetum purpureum*) es una gramínea originaria de África y distribuido en diferentes áreas tropicales y subtropicales de América, con un elevado rendimiento de materia seca (MS) (Freitas *et al.*, 2000), calidad nutritiva, palatabilidad, vigor y persistencia. Es una gramínea que ofrece excelentes oportunidades para ser cultivado ya que soporta la sequia y posee altos niveles de proteína, elevada producción de biomasa y alta digestibilidad que favorece significativamente a la digestión de los animales consumidores. Las producciones de MS anual reportadas en la mayoría de las regiones del trópico donde es cultivado, superan ampliamente los valores obtenidos con otras gramíneas. Los reportes de producción de MS varían ampliamente entre las 6 y 85 toneladas de MS por hectárea por año.

La leguminosa *Cajanus cajan* (L) Millsp es originaria de la india y se conoce comúnmente como Pigeonpea, guandul, frijol de árbol (Van Der Maesen, 1990) y quinchoncho (Trompiz *et al.*, 2001). Esta leguminosa es utilizada en Hawai, Inglaterra y otros países como alimento para ganado (Whiteman y Norton, 1981). Su importancia radica en el potencial forrajero cuyo rendimiento es de 50 ton/ ha de materia seca al año, conteniendo un 55% de carbohidratos, aminoácidos esenciales como lisina y vitaminas B, B6, Fe, P y niveles basales (0.026%) de taninos (0.026%). Otra de sus características es que tiene buena palatabilidad y alta digestibilidad para consumo fresco (pastura y ramoneo), forraje cortado, alimento procesado y como componente de alimento concentrado.

Materiales y metodos

El experimento se realizó en la posta ovina de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, localizado en el municipio de Huehuetán (92° 00' O y 14° 30' N) Chiapas y a 44 msn. El clima se encuentra clasificado como Am(w)ig (FOMES 1995), lo cual indica que es húmedo, con lluvias en verano (de mayo a octubre, mas adecuadamente en las zonas serranas que en la llanura) los meses mas calurosos son abril y mayo. La cabecera registra una temperatura media anual de 28°C y una precipitación pluvial de 2,367.7 mm al año.

El estudio se realizó en febrero del 2012. Se utilizaron 45 ovejas Pelibuey de tres partos con un peso aproximado 34±5.5 kg de peso vivo, cíclicas y con un mínimo de 60 días posparto. Todas las

ovejas fueron tratadas con Albendazole al 4%, una dosis intramuscular de 1 ml de vitamina ADE por oveja y una dosis parenteral individual preventiva de 2.5 ml de bacterina toxoide. En el tratamiento 1 (T1; n=15) o testigo absoluto, las ovejas fueron manejadas convencionalmente a libre pastoreo y con monta continua; el tratamiento 2 (T2; n=15) consistió en libre pastoreo mas sincronización del estro utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MPA) durante 12 días consecutivos mas una inyección de 250 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro de las mismas y el tratamiento 3 (T3; n=15) las ovejas fueron alimentadas con un suplemento compuesto por 60% de pasto cubano picado y 40% de hojas de la leguminosa gandul *ad limitum* mas sincronización del estro utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MPA) durante 12 días consecutivos.

Para determinar el número y diámetro de los cuerpos lúteos formados se realizó una laparotomía media exploratoria entre las 48 y 56 h después de la inyección de eCG. Cada animal recibió una dosis intramuscular de 0.5 ml de xilazina al 10% y se sujetó a una camilla procediendo a la depilación de la zona quirúrgica localizada a unos 15 cm de la parte craneal de la ubre y 8 cm de la línea media, desinfectándose con una solución yodada.

Se realizó la primera incisión de aproximadamente 1 cm de longitud donde se introdujo la aguja de verres; se conectó a una bomba manual de aire para insuflar el vientre, con la finalidad de destender las vísceras abdominales contra la cara peritoneal y poder realizar fácilmente la inspección del aparato genital, la segunda insicion se realizó a 3 cm por delante de la ubre y 3 cm a la derecha de la línea media para realizar una punción con el trocar (5 mm) e introducir la pinza, la tercera punción se realizó a 3 cm por delante de la ubre y 3 cm a la izquierda de la línea media; esto para introducir el segundo trocar (5 mm) e introducir el laparoscopio y poder realizar las observaciones (número y diámetro de cuerpo lúteo).

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 15 repeticiones, en donde la repetición estuvo representada por una oveja. Los resultados obtenidos de las variables continuas se evaluaron con el análisis de varianza y al número de cuerpos lúteos se realizo transformación logarítmica antes de ser sometidas a ANDEVA y las medias fueron comparadas por la prueba honesta de Tukey (Herrera y Barreras, 2005).

Desde las 48 horas posteriores del retiro de las esponjas a cada oveja de los tres tratamientos se realizó una laparoscopia exploratoria con un telescopio Karl Storz de 0° para determinar las variables reproductivas.

Para el análisis del diámetro total de los cuerpos lúteos se usó ANDEVA y las medias fueron comparados por la prueba honesta de Tukey. Al número de cuerpo lúteo se les realizó transformación logarítmica antes de ser sometidas a ANDEVA y las medias fueron comparadas por la prueba honesta de Tukey utilizando la probabilidad de ($P < 0.05$). Las variables de estudio fueron; peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso, número de cuerpos lúteos y diámetro del cuerpo lúteo.

Resultados y discusión

Comportamiento productivo

La condición corporal es un factor predisponente para una buena respuesta productiva y reproductiva en ovejas y en otras especies domesticadas. En los últimos años se ha venido utilizando el término de condición corporal como un indicador subjetivo de fácil aplicación para establecer las relaciones entre alimentación y producción (Molina y Gallego, 1993).

En el Cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos del peso inicial (PI), ganancia diaria de peso (GDP), peso final (PF) y ganancia de peso total (GPT) de las ovejas en estudio durante la época de baja fertilidad en condiciones de trópico húmedo de México.

Cuadro 1. Respuesta productiva de ovejas Pelibuey alimentadas con 60% de Pasto Cubano más 40% de Gandul en condiciones de trópico húmedo de México

Tratamientos	n	PI (kg)	GDP (g)	PF (kg)	GPT (kg)
T1	15	29.8±1.3 ^a	-9.46±110.7 ^a	29.6±1.7 ^a	-0.200 ^a
T2	15	31.1±1.9 ^a	-37.9±86.2 ^a	30.6±2.2 ^a	-0.500 ^a
T3	15	30.8±1.5 ^a	237.7±64.8 ^b	35.9±1.2 ^b	5.100 ^b

T1: Pastoreo libre+Monta continua, T2: Pastoreo libre+MPA+eCG+Monta controlada y T3: 60% Pasto Cubano+40% Gandul+MPA+Monta controlada. ^{a,b}. Literales diferentes dentro de columna indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

Del análisis de los resultados obtenidos en los distintos grupos, se evidenció que al inicio del estudio, las diferencias observadas en los pesos promedios no fueron estadísticamente significativos ($P > 0.05$). El PI fue de 29.8±1.3a, 31.1±1.9a y 30.8±1.5a para T1, T2 y T3

respectivamente. Este resultado permite observar que las ovejas presentaron similares condiciones corporales al inicio del experimento por lo que se infiere que no hubo sesgo para beneficio de algún grupo de ovejas.

Como se señala en el cuadro 1, el promedio de peso final de T1 y T2 no fueron estadísticamente significativas ($P>0.05$), observándose una pérdida de peso en cada grupo, lo que se explica por las condiciones climáticas presentes en la zona de Huehuetàn, Chiapas, en el mes de enero, que dificulta la obtención de forraje de buena calidad, repercutiendo fuertemente sobre la producción agropecuaria, en que la cantidad y la calidad del forraje, es normalmente inadecuada para mantener un animal en buen estado. Asimismo, estos resultados confirman lo mencionado por Ibarra y Latrille (2005) quienes sostienen que el balance energético es el factor más importante en el reinicio de la actividad ovárica, ya que éste al hacerse negativo desencadena mecanismos que inhiben la secreción de GnRH, LH y FSH, pero también interviene retrasando la involución uterina o retardando la actividad ovárica por diferentes vías, alteración de la función luteal, disminución de la población folicular y retraso en el reinicio de las ovulaciones.

Por su parte, en T3 se observa un incremento en el peso promedio estadísticamente significativo ($P<0.05$). Al comparar el PF con el PI, se obtiene una diferencia de 5.1 kg.

Comportamiento reproductivo

El mejoramiento genético y reproducción en ovinos por medio de la sincronización del estro, inseminación artificial y transferencia de embriones se puede mejorar con la adición de dietas ricas en proteínas incluidas en leguminosas y gramíneas de buena calidad. Asimismo, la revisión y preparación de las ovejas previo al empadre, sincronización del estro, ovulación y al parto, es parte fundamental del manejo reproductivo, ya que esta positivamente relacionada con la tasa ovulatoria del rebaño.

Los resultados del presente estudio indican que 14 ovejas del rebaño experimental no presentaron cuerpos lúteos al momento de la exploración laparoscópica, sin embargo no fueron excluidas del análisis de varianza. El 68.8% de las ovejas presentaron cuerpos lúteos, siendo 53.3, 66.6 y 86.6% para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P<0.05$) entre los grupos experimentales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de ovejas que presentaron cuerpo lúteo sincronizadas al estro con MPA y alimentadas con Gandul (*Cajanus cajan*) mezclado con Pasto Cubano (*Pennisetum purpureum*)

Tratamientos	n	Ovejas con cuerpos lúteos (%)
T1	15	53.3
T2	15	66.6
T3	15	86.6

T1: Pastoreo libre+Monta continua, T2: Pastoreo libre+MPA+eCG+Monta controlada y T3: 60% Pasto Cubano+40% Gandul+MPA+Monta controlada.
^{a,b} Litereales diferentes dentro de columna indican diferencias estadísticas (P<0.05).

Los datos presentados en el cuadro 2, demuestran que la sincronización del estro con acetato de medroxiprogesterona mas gonadotropina coriónica equina y la adición de una leguminosa combinada con una gramínea en la dieta de ovejas es eficiente y puede proporcionar una cantidad adecuada de cuerpos lúteos que posteriormente pueden ser fertilizados ya sea por monta natural, controlada o inseminación artificial.

En el Cuadro 3 se observa que las ovejas alimentadas con *Cajanus cajan* combinado con *Pennisetum purpureum* presentaron un mayor número de cuerpos lúteos así como un mayor diámetro de los mismos en comparación con las ovejas alimentadas en pastoreo. Aunque en la actualidad los mecanismos responsables de esta diferencia no son claros, se infiere que puede ser el resultado de diferencias en la alimentación, raza o edad de los animales.

Cuadro 3. Respuesta reproductiva de ovejas Pelibuey alimentadas con 60% de Pasto Cubano más 40% de Gandul y sincronizadas al estro con acetato de medroxiprogesterona y gonadotropina coriónica equina en condiciones de trópico húmedo de México.

Tratamientos	n	Número de cuerpos lúteos	Diámetro de cuerpos lúteos
T1	15	8 ± 0.74	1.7±0
T2	15	13 ± 0.88	2.5±0.6
T3	15	22 ± 0.91	3.7±0.4

T1: Pastoreo libre+Monta continua, T2: Pastoreo libre+MPA+eCG+Monta controlada y T3: 60% Pasto Cubano+40% Gandul+MPA+Monta controlada. ^{a,b} Litereales diferentes dentro de columna indican diferencias estadísticas (P<0.05).

El promedio (promedio ± DE) de cuerpos lúteos por grupo experimental fue superior (P<0.05) en T3 (suplementado con la leguminosa *Cajanus cajan*) (1.46 ± 0.91) que T1 y T2 (0.53 ± 0.74), (0.86 ± 0.88). Estos resultados confirman que la nutrición tiene un efecto positivo sobre el ovario para producir las cantidades adecuadas de cuerpos lúteos en protocolos de sincronización de estros en ovejas. Asimismo, se infiere que el incremento en el número de cuerpos lúteos en conjunto con la

suplementación con hojas de *Cajanus cajan* estimula la secreción total de progesterona por medio de una mayor disponibilidad de colesterol y otros precursores de hormonas esteroideas para el tejido lúteo, permitiendo un mejor desarrollo de los mimos.

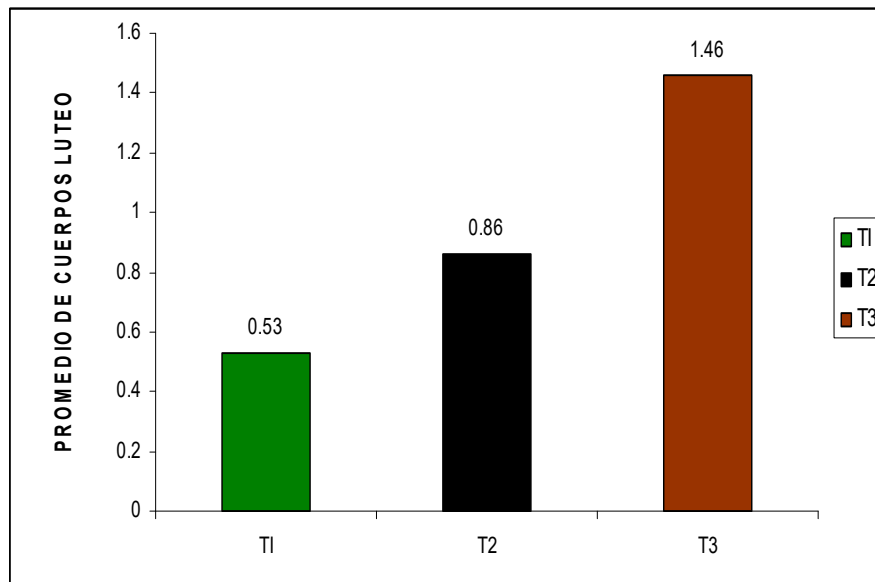


Figura 1. Producción promedio de cuerpos lúteos en ovejas Pelibuey suplementadas con *Cajanus cajan* y sincronizadas al estro con acetato de medroxiprogesterona y gonadotropina coriónica equina bajo condiciones de trópico húmedo de México.

Por otro lado, diferentes investigaciones reportan relaciones importantes entre la condición corporal y la tasa de ovulación, así como con porcentajes de partos subsecuentes. Por ejemplo, con una buena condición corporal al momento del empadre se incrementa la tasa de ovulación y el índice de concepción. Sin embargo, ovejas con condición corporal debajo de 3 al momento del empadre, presentan serios problemas de fertilidad (Sánchez, 2003). Asimismo, se ha observado que ovejas con una condición corporal por debajo de 3 al momento del empadre tienen una menor respuesta a la suplementación, que cuando se encuentran por encima de la misma. El diámetro de los cuerpos lúteos encontrados fue de 1.7 ± 0.3 , 2.5 ± 0.6 y 3.7 ± 0.4 mm para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Driancourt *et al.* (1993) mencionan que la eCG puede afectar los mecanismos responsables del crecimiento folicular aumentando la tasa ovulatoria a través de la reducción en el diámetro de los folículos menores (0,8 mm en la oveja), o por la protección de la atresia de los folículos en el momento de la selección.

Evans y Robinson (1980) compararon la sincronización del estro en ovejas usando eCG sola vs progestágenos por 14 días mas eCG durante la estación reproductiva, no encontrando diferencias significativas en el desarrollo folicular total, cuerpo lúteo y las concentraciones plasmáticas de progesterona y estradiol, observando también que la administración excesiva de la eCG (800 a 1000 UI) resultó en luteinización prematura debido a los efectos luteinizantes de la eCG, sumados a la gran cantidad de estradiol producido por los folículos mayores a 5 mm de diámetro.

Conclusiones

La utilización de hojas de *Cajanus cajan* facilita el incremento de peso en ovejas Pelibuey durante la época de baja fertilidad favoreciendo el manejo reproductivo por incorporarlas al empadre.

La adición de hojas de *Cajanus cajan* en la dieta de animales favorece la tasa ovulatoria en términos de número y diámetro de cuerpos lúteos. No obstante, se recomienda fomentar la realización de otros estudios que confirmen los resultados registrados en la presente investigación y que en un futuro próximo pueda utilizarse la suplementación con hojas de *Cajanus cajan* como una alternativa en la alimentación de ovinos ya que al combinarse con sincronización del estro y de la ovulación utilizando acetato de medroxiprogesterona y 250 UI de gonadotropina coriónica equina incrementa la cantidad y el diámetro de cuerpos lúteos en ovejas Pelibuey durante la época de baja fertilidad en condiciones del trópico húmedo de México.

Literatura citada

- Barrett O.W. 1925. Las plantas de alimentos de Puerto Rico. Oficial del Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 9 (2): 193.
- Bustamante G.J.J., Villanueva A.J.F., Bonilla C.J.A. y Rubio C.J.V. 2002. Utilización del heno de clitoria (*clitoria tematea* L.) En la alimentación de vacas Suizo pardo en lactación. Técnica Pecuaria en México. 42:477-487.
- Cáceres O. y Gonzáles E. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. II *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes 19:277-281.
- Combellas J. 1999. Comportamiento productivo de ovejas West African pasto reando pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y leucaena (*leucaena leucocephala*). Revista Facultad de Agronomía Luz 16:204-210.

- Driancourt M.A., Gougeon, A., y Royere, D. 1993. Reproduction in mammals and man. Thibault C, Levasseur MC, Hunter RHF (eds). Elipses, Paris, France, pp. 283-305.
- Escalera P., Barros M., Barrientos M., Meléndez V. y Riba A. 1996. Palatabilidad de siete especies leguminosas forrajeras en ganado bovino. Informe Curso Producción Animal. EARTH, Guácimo, Costa Rica. 10 p.
- Evans, G. y Robinson, T.J. 1980. The control of fertility in sheep: endocrine and ovarian responses to progestagen-PMSG treatment in the breeding season and in anoestrus. *J Agric Sci* 94, 69-88.
- Freitas N.S.A., Falcao T.M.M., Burity H.A., Tabosa J.N. y Silva M.V. 2000. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasilia, v.35, n.6, p.1125-1133.
- Herrera, H.J.G. y Barreras, S.A. 2005. Manual de procedimientos (Aplicaciones del programa SAS). Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Colegio de Postgraduados. Ed. Martínez S.J.A. México, D.F. 213 pp.
- Ibarra, D. y Latrille, L. 2005. Relación entre balance energético postparto y fertilidad en vacas lecheras de alta producción. *Avances en Producción Animal* 24: Consultado en línea el 27 de agosto de 2010 en la siguiente dirección: <http://www.biosustratos.cl/investigación/publicaciones/>.
- Molina, A. y Gallego, L. 1993. Efecto del nivel de reservas corporales en distintas épocas del año sobre algunos parámetros productivos en ovejas Manchegas. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.*, 8: 127-137.
- Olivares P.J., Jiménez G.R., Rojas H.S., Martínez H.P.A. 2005. Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. *Redvet* (5): 1-18.
- Ott, R.S. y Memon, M.A. 1980. *Sheep and goat manual*. Society for Theriogenology. 50pp.
- Sánchez, M.D. 1998. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Memorias de una Conferencia Electrónica; Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica; FAOCIPAV; Cali, Colombia.
- Sánchez D. F. 2003. Condición corporal en ovejas. <http://www.unionganaderanl.org.mx>. Consultado el 4 de agosto de 2010.
- Trompiz, J., Ventura M., Esparza D., Higuera A. y Aguirre J. 2001. Efecto de las raciones alimenticias suplementadas con diferentes niveles de follaje de quinchoncho (*Cajanus cajan*

- (L) Millsp) y del sexo sobre el rendimiento de los cortes de la canal porcina. Universidad de Zulia. Venezuela. CORPOZULIA. VI Encuentro Nacional sobre nutrición de especies monogástricas. ACPA-ALPA. Cuba.
- Van der Maesen, L.J.G. 1990. Pigeon pea: Origin, History, Evolution, and Taxonomy. (Ed. Y.L. Nene, S.H. Hill, and V.K. Sheila) The pigeonpea. CAB International. Wellingford, UK. p. 15-46.
- Victoria, A. 2006. Establecimiento y manejo de forrajes de corte. INTA-AECI. Boletín. San José, Costa Rica. 6p.
- Whiteman, P.C. y Norton, B.W. 1981. Usos alternativos gandul. En: Actas del Taller Internacional sobre Pigeonpeas, volumen 1. 15-19 diciembre de 1980. ICRISAT, India.

Extractos vegetales en el control *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de *Annona muricata* L.

Rosa Gloria Pérez Guzmán¹, *Sandra Isabel Ramírez González^{1,2,3}, Orlando López Báez^{1,2,3}, Saúl Espinosa Zaragoza^{1,3}

¹Universidad Autónoma de Chiapas, ²AUDES-Cacao-chocolate, CEUNE, ³Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica UNACH-CA 68. *Autor para correspondencia: sanirg@yahoo.com

Resumen

La guanábana tiene importancia económica y social para los pequeños productores, pero uno de los principales factores limitantes es la antracnosis, enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, el cual causa defoliación, chancros, daño en la fruta tanto en cultivo como en poscosecha. Se planteó como objetivo establecer la efectividad de extractos vegetales en el control *in vitro* de *C. gloeosporioides* en *Annona muricata*. Se realizó el aislamiento e identificación del patógeno, la elaboración de extractos de cinco plantas por destilación, se evaluaron en caja Petri con medio PDA concentraciones de 50, 40, 30, 20 y 10% (V/V) y se determinó la concentración mínima inhibitoria, se evaluó crecimiento micelial y conidias totales. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados permitieron establecer que *Syzygium aromaticum* hasta el 30% (V/V), inhibe totalmente el crecimiento y desarrollo de *C. gloeosporioides*, mientras que los dos testigos químicos registraron crecimiento.

Palabras clave: antracnosis, guanábana, *Syzygium aromaticum*

Introducción.

El árbol de guanábana (*Annona muricata*) es una planta originaria de la parte tropical de Sudamérica pero ha sido introducida en muchos países. Es considerada la más tropical de las anonas, pues no resiste el frío. El árbol de ésta especie se encuentra bastante distribuido en la región tropical y subtropical de América Latina (Hernández, et al., 2017). Su fruto es muy apetecido por su agradable sabor y diversidad de formas de consumo. En el estado de Chiapas es cultivado principalmente por pequeños productores, tanto para su autoconsumo como para la venta, percibiendo recursos complementarios para sus ingresos familiares. Sin embargo existe poco manejo del cultivo y es afectado principalmente por el hongo *C. gloeosporioides*, el cual causa

daños tanto al tronco de los árboles, defoliación, daño en flores y en los frutos, y puede llegar a afectar tanto en campo como en condiciones poscosecha (Heyde, et al., 2009), lo cual reduce la producción y con ello graves pérdidas económicas. Son escasas las investigaciones sobre el manejo orgánico del cultivo de guanábana, por lo que en el presente trabajo se pretende determinar la efectividad de extractos vegetales sobre el crecimiento y esporulación de *Colletotrichum gloeosporioides* en condiciones *in vitro*, que permitan generar alternativas de un posible manejo de la antracnosis en el cultivo de guanaba en predios de pequeños productores en el estado de Chiapas.

Materiales y métodos.

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Agrotecnologías de la Agencia Universitaria para el Desarrollo (AUDES) cacao-chocolate de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicado en Ciudad Universitaria, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Para su desarrollo se plantearon dos etapas; en la primera se procedió a realizar el aislamiento y cultivo del patógeno y en la segunda se realizó la evaluación la efectividad de extractos sobre *C. gloeosporioides* en condiciones *in vitro*. El patógeno se aisló de una plantación de guanábana en la Rivera Menapac del municipio de Tecpatán, Chiapas y se tomaron muestras de material del tronco de árboles que presentaban la sintomatología de antracnosis, las cuales fueron llevadas al laboratorio donde se realizó el aislamiento, identificación y cultivo de *C. gloeosporioides* en medio papa dextrosa agar (PDA). Para la segunda etapa se realizó la recolecta de hojas de *Cymbopogon citratus*; flores y raíz de *Gliricidia sepium*, semillas de *Carica papaya* var. Maradol, las semillas de *Pimenta dioica* y *Syzygium aromaticum*, se compraron en el mercado local de Tuxtla Gutiérrez, con los cuales siguiendo la metodología de Ramírez (2016), se realizaron hidrolatos con cada uno de ellos, para posteriormente elaborar medios de cultivos con medio PDA, evaluando concentraciones de 50, 40, 30, 20 y 10% (V/V); las variables cuantificadas fueron el crecimiento micelial y el número de conidias totales. Se utilizó un diseño completamente al azar con 33 tratamientos y tres repeticiones, incluido un testigo absoluto y dos testigos de síntesis química (cupravid y clorotalonil), con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de medias de Tukey al ($P \leq 0.05$), usando el software SPSS® versión 17.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se presentan los resultados para las dos variables evaluadas, El ANOVA practicado registró diferencias estadísticas entre los tratamientos para las dos variables evaluadas. Se puede apreciar que los testigos de síntesis química evaluados, presentaron tanto crecimiento como formación de conidias, mientras que el tratamiento de *S. aromaticum* fue el único que a concentraciones del 50, 40 y 30% (V/V) inhibió completamente el crecimiento y formación de conidias, registrando diferencias estadísticas con el testigo absoluto (control con medio PDA), sin embargo tratamientos como *P. dioica* y *C. papaya* a pesar que registraron crecimiento, la formación de conidias fue reducida sin que se registrara diferencia estadística con *S. aromaticum*, pero si con el testigo absoluto y con el químico cupravid. Resultados que coinciden por lo reportado por Ramírez et al., (2016), en *Alternaria solani* en el cual el extracto de *S. aromaticum* a concentración del 30% (obtenido por destilación y microondas) no permitió el crecimiento y desarrollo de patógeno. En el caso de *Gliricidia sepium*, tanto para flores como raíz y para las cinco concentraciones evaluadas, mostraron crecimiento aun superior al testigo absoluto y aunque permitieron la formación de conidias, entre el 24.04 y 72.09% redujeron lo registrado para el testigo absoluto, resultados similares a Bolivar et al., (2009), quienes encontraron efectividad en el control de *C. gloeosporioides* en Mango, pero sin que reduzcan por completo la inhibición del crecimiento.

Cuadro 1. Efecto de los extractos sobre el crecimiento micelial y formación de conidias de *C. gloeosporioides*

Tratamiento	Crecimiento (Mm)	Conidias Totales (MI ⁻¹ x10 ⁶)
<i>P. Dioica</i> 10%	50.00 d	12.89 e
<i>P. Dioica</i> 20%	42.33 cd	4.04 cb
<i>P. Dioica</i> 30%	37.00 cd	1.55 abc
<i>P. Dioica</i> 40%	37.67 cd	0.21 a
<i>P. Dioica</i> 50%	37.67 cd	0.00 a
<i>C. Papaya</i> 10%	50.00 d	0.99 a
<i>C. Papaya</i> 20%	50.00 d	0.31 a
<i>C. Papaya</i> 30%	50.00 d	0.25 a
<i>C. Papaya</i> 40%	42.33 cd	0.15 a
<i>C. Papaya</i> 50%	41.33 cd	0.00 a
<i>S. Aromaticum</i> 10%	42.33 cd	17.15 f
<i>S. Aromaticum</i> 20%	14.00 ab	6.57 d
<i>S. Aromaticum</i> 30%	0.00 a	0.00 a
<i>S. Aromaticum</i> 40%	0.00 a	0.00 a
<i>S. Aromaticum</i> 50%	0.00 a	0.00 a
<i>Cymbopogon Citratus</i> 10%	50.00 d	48.70 k

<i>Cymbopogon Citratus</i> 20%	41.00 cd	21.04 g
<i>Cymbopogon Citratus</i> 30%	50.00 d	18.64 fg
<i>Cymbopogon Citratus</i> 40%	50.00 d	17.64 f
<i>Cymbopogon Citratus</i> 50%	50.00 d	16.91 f
Raíz de <i>Gliricidia Sepium</i> 10%	50.00 d	86.52 o
Raíz de <i>Gliricidia Sepium</i> 20%	50.00 d	78.72 ñ
Raíz de <i>Gliricidia Sepium</i> 30%	50.00 d	66.64 n
Raíz de <i>Gliricidia Sepium</i> 40%	50.00 d	60.06 m
Raíz de <i>Gliricidia Sepium</i> 50%	50.00 d	49.02 k
Flor de <i>Gliricidia Sepium</i> 10%	45.67 cd	53.79 l
Flor de <i>Gliricidia Sepium</i> 20%	45.00 cd	50.60 k
Flor de <i>Gliricidia Sepium</i> 30%	44.33 cd	48.70 k
Flor de <i>Gliricidia Sepium</i> 40%	44.00 cd	35.77 i
Flor de <i>Gliricidia Sepium</i> 50%	43.67 cd	31.79 h
T. Químico Cupravit	30.00 ab	12.89 e
T. Químico Clorotalonil	7.33 a	3.05 ab
Testigo Absoluto	46.57 cd	113.91 p

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencia estadísticamente significativa para la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Conclusión

El extracto obtenido por destilación de *S. aromatum* posee metabolitos capaces de inhibir completamente el crecimiento y formación de conidias de *C. gloeosporioides* en condiciones *in vitro*, ejerciendo mayor efecto regulador que los productos químicos de síntesis utilizados.

Literatura citada

- Bolívar, K., Sanabria, M., Rodríguez, D., Pérez de Camacaro, M., Ulacio, D., Cumana, L. y Crescente, O. (2009) Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo *in vitro* del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. y de la antracnosis en frutos de mango. *Revista Científica UDO Agrícola*. 9(1), 175-181.
- Hernández, F. L., Nolasco González, Y., y Cruz Gutiérrez, E. J. (2017). Selección y caracterización de guanábana y recomendaciones para su manejo agronómico. INIFAP, 39-42.
- Hyde, K.D., Cai, L., Cannon, P., Crouch, J., Crous, P. y Damm, U. (2009). *Colletotrichum* names in current use. *Fungal Diversity* 39:147-182. <http://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/FD39-7.pdf>

- Ramírez González, S., López, O., Espinosa, S., y Wong Villarreal, A. (2016). Actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloesporioides*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (8), 1879-1891.
DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i8.99>
- Rojo, B. I., Álvarez Rodríguez, B., García Estrada, R. S., León Félix, J., Sañudo Barajas, A., y Allende Molar, R. (2017). Situación actual de *Colletotrichum* spp. en México: Taxonomía, caracterización, patogénesis y control. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 594.

Influencia de la actitud, calidad y satisfacción en la adquisición de la energía fotovoltaica

Gaona Ponce Bonifacio*, Altamirano Cárdenas J. Reyes, Ocampo Ledesma Jorge Gustavo, López Canteñs Gilberto de Jesús

*Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco, Edo. de México.

Email: bgaonap@chapingo.mx

Resumen

Debido a que no es fácil identificar las causas directas que limitan la adopción de la energía fotovoltaica (EFV), se requiere identificar aquellos factores intrínsecos y extrínsecos que inciden en que sea aceptada y adquirida. Esta investigación tuvo como objetivo determinar los factores de la actitud, calidad y satisfacción que determinan la decisión de adquirir la energía fotovoltaica. Se aplicó una encuesta semiestructurada a 39 productores agrícolas, usuarios de la EFV, en la región central de México. Al obtener la correlación entre los elementos de la actitud, calidad y satisfacción se detectaron los que están asociados con la decisión de compra. Mediante la aplicación de un análisis clúster jerárquico se formaron tres grupos con atributos significativamente definidos, que fueron comprobados a través de un análisis canónico discriminante, con estas herramientas se determinaron los niveles de sensibilidad con el que cada elemento influye en la decisión de compra de la EFV.

Palabras clave: energías renovables, difusión, adopción, compra.

Introducción

En México, la capacidad instalada de la energía fotovoltaica (EFV) en 2016 fue de 0.004% de la capacidad total nacional (Domínguez & Geyer, 2017), a pesar de la excelente ubicación geográfica del país para explotar la radiación solar (Mundo Hernández, de Celis Alonso, Hernández Álvarez, & de Celis Carrillo, 2014), de los bajos costos de producción (IRENA, 2018) y del bajo impacto ambiental que ésta representa (Merino, 2012). La investigación en la difusión de la energía fotovoltaica ha existido desde 1980, con un interés cada vez más creciente (Karakaya y Sriwannawit, 2015). Existen diversos modelos propuestos para determinar los factores que influyen en la determinación de la adquisición de un producto, aunque todos coinciden en que la determinación de la adquisición se debe a un proceso en el que están involucrados factores internos y externos de los productos. En esta investigación se empleó el modelo desarrollado por Sanzo, del

Río, Iglesias y Vázquez (2003), quienes formularon una metodología para medir la actitud de los usuarios para la adquisición de un producto, estableciendo una relación entre la actitud general del consumidor, la calidad percibida por el usuario, la satisfacción que se experimenta al consumirla y la intención de compra. Dicha investigación será útil para los fabricantes, distribuidores, investigadores, usuarios e, incluso, el gobierno, para fomentar el uso de la energía solar fotovoltaica en la agricultura.

Materiales y métodos

Para medir la actitud, calidad y satisfacción del usuario ante el uso de la energía solar fotovoltaica, se diseñó una encuesta semiestructurada dividida en cinco secciones. La primera sección se utilizó para identificar a la persona entrevistada. La segunda se empleó para medir la actitud que tienen los entrevistados con respecto a la energía solar fotovoltaica. La tercera se utilizó para medir la calidad de la energía fotovoltaica percibida por el entrevistado. En la cuarta sección se midió la satisfacción de los usuarios con el uso y consumo de la energía solar fotovoltaica.

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Texcoco, Estado de México, ubicado en la región centro de la República Mexicana, durante los meses de noviembre a diciembre de 2019.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran los promedios registrados de las respuestas para cada ítem. Como podrá notarse, las respuestas se encuentran comprendidas entre los valores 3 a 5. Para magnificar estas mediciones y poder realizar con eficacia el análisis estadístico, se recategorizaron en respuestas dicotómicas, a los valores 3 y 4 se les asignó el valor de 0, y a los valores de 5 el valor de 1.

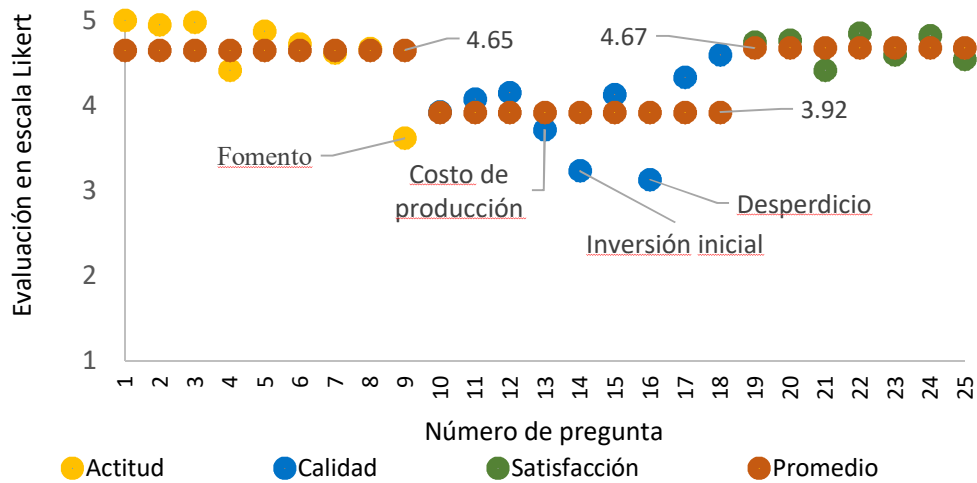
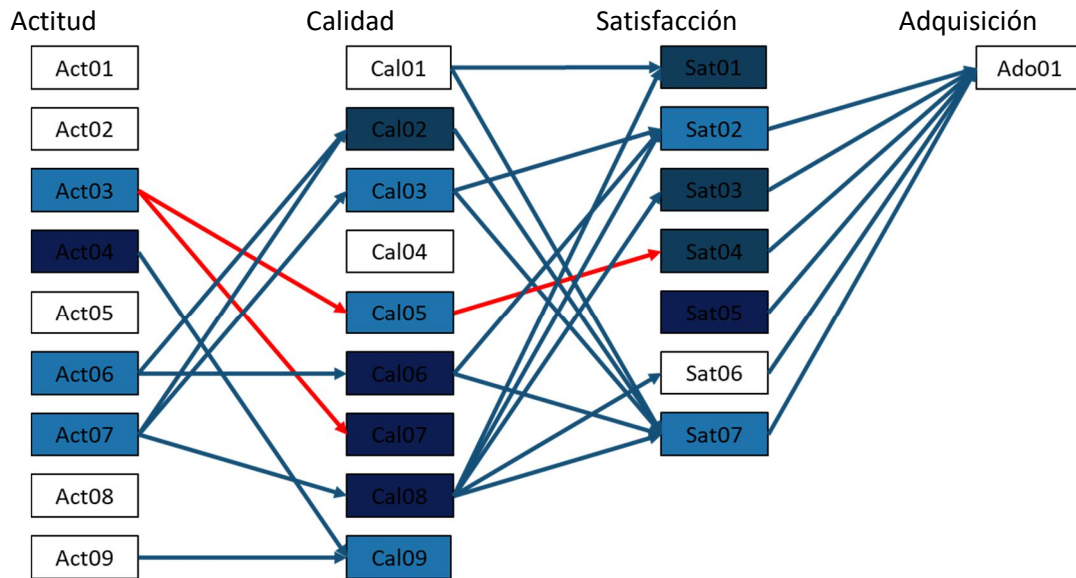


Figura 1. Promedios de respuestas de la actitud, calidad y satisfacción

Con los nuevos valores dicotómicos se empleó un análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el método de Ward y distancias Euclidianas, que incluyó los indicadores de la actitud, calidad y satisfacción, mediante esta herramienta se obtuvieron tres grupos estadísticamente diferenciados, en el que el grupo de interés resultó con las mejores atribuciones, mayor actitud, calidad y satisfacción. Al obtener los coeficientes de correlación y hacer la comprobación por medio del análisis canónico discriminante se obtuvo la asociación entre los ítems de la actitud que definen a la calidad, los de la calidad que están asociados con la satisfacción y los de la satisfacción que están relacionados con la decisión de adquirir la energía fotovoltaica (Figura 2).

Figura 2. Ítems en orden de importancia discriminativa



Conclusiones

La solar fotovoltaica es una de las principales energías limpias utilizadas en México, puesto que es de las que menos contamina y de menor costo de producción. El país se encuentra en una excelente ubicación para explotarla.

Se comprobó que existe asociación entre algunos factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la adquisición de la EFV. El análisis de correlación permitió visualizar la asociación entre factores de la actitud con los de la Calidad, a éstos con los de la satisfacción y, a estos últimos con la adquisición de la EFV.

El análisis canónico discriminante pudo comprobar, a través de tres grupos realizados utilizando el análisis clúster jerárquico, que los factores ubicados en el análisis de correlación representan una acción con diferentes niveles de sensibilidad.

Como estrategia para fomentar la EFV, se propone promover el grado de satisfacción al hacer uso de la EFV, hacer saber que los usuarios se sienten importantes al colaborar con la generación de la electricidad del país, informar que no hay contaminación al medio ambiente por el uso de los sistemas FV, hacer partícipes de que los usuarios están convencidos de recomendar a otras personas la EFV, continuar educando a la población acerca de los beneficios del uso de la EFV y de que es una alternativa para sustituir a la energía convencional, dar a conocer el ahorro por energía eléctrica al usar los sistemas FV dado que es más barata que la convencional, informar que la instalación de

los sistemas FV no afectan la imagen del negocio, comunicar que la EFV no genera ningún tipo de radiación, hacer extensivo que la inversión inicial no es una limitante para su adquisición, dar a conocer que la calidad de la energía generada por los sistemas FV es igual a la convencional, atender el problema del desperdicio del material después del cubrir la vida útil de los sistemas FV, informar que los usuarios de la EFV la prefieren en lugar de la energía convencional, dar a conocer que la EFV es segura de utilizar y finalmente, informar que los usuarios se sienten satisfechos con el proveedor del sistema FV.

Literatura citada

- Domínguez, A., & Geyer, R. (2017). Resources , Conservation & Recycling Photovoltaic waste assessment in Mexico. *Resources, Conservation & Recycling*, 127(February), 29–41.
- IRENA. (2018). Power Generation Costs in 2017. *Renewable Power Generation Costs in 2017*.
- Merino, L. (2012). Energías renovables. *Energías Renovables*, 1(1), 20.
- Mundo Hernández, J., de Celis Alonso, B., Hernández Álvarez, J., & de Celis Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639–649.

Intervención en seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en el estado de Tabasco

Martínez-Valdés Martín Gerardo^{1,2}, Abreu-Jiménez, Salustino¹, Macossay-Padilla, Julia Patricia¹, Virgilio-Méndez, Vico Hugo¹

¹Universidad Tecnológica del Usumacinta (UTU), Libramiento carretera Emiliano Zapata Tenosique, s/n Col. Las Lomas Emiliano Zapata Tabasco, C.P. 86981. ²Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Autor por correspondencia: Martínez-Valdés Martín Gerardo

Correos: mmartinez_ptc@utusumacinta.edu.mx; martin.martinez@unach.mx.

Resumen:

La seguridad alimentaria se conceptualiza con aspectos como la educación, economía, la salud, tecnología, sociedad, políticas, entre otros, como factor persona, se considera el bienestar emocional y psicológico y actúa, en la capacidad de que la familia cubra sus satisfactores al conseguir alimentos y proporcionar una nutrición de calidad. En el estado de Tabasco existen procesos de riesgo ambiental continuo, es relevante optimizar los insumos de acuerdo a su disponibilidad y necesidades a cubrir, es desarrollar la alimentación familiar con efectividad de programas, proyectos y planes. Es vital revisar la aplicación de políticas, cuidar la disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad alimentaria. Los recursos limitados, compromisos comerciales, incomprensión social, políticas no aplicables, son limitantes para una operación y es generar pobreza. Por esto es necesario revisar la vulnerabilidad de las regiones, para influir en propuestas de autodeterminación y que existan salidas factibles y coherentes.

Palabra clave: Alimentación, seguridad alimentaria, desarrollo sostenible.

Introducción:

El Programa Mundial de Alimentos de la FAO, su mapa del hambre (WFP, 2018), representa que 821 millones de personas (más de 1 de cada 9 habitantes del planeta), no tiene suficiente para comer, 150 millones de niños menores de 5 años, padecen retrasos de crecimiento por no consumir suficientes alimentos, esto permite que la agricultura sea precursora de actividades para cubrir necesidades que exigen los países demandantes y cubrir los déficits de alimentos (Micarelli, 2018). Por lo que es necesario redoblar esfuerzos para proporcionar resultados, sobre todo trabajar con acciones que permitan esquemas efectivos.

Desarrollar la seguridad alimentaria, es concentrar esfuerzos para reducir, los problemas en la disponibilidad de alimentos, de insumos costos y mano de obra, que son elementos básicos para

mejorar los sistemas de producción en escenarios con recursos limitados (Pérez, Leyva y Gómez, 2018), bajo este contexto Acosta (2017), comenta que se debe buscar estabilizar la seguridad alimentaria mediante la recuperación de la productividad, inversiones en el sector agropecuario, certidumbre política y social, uso de la biotecnología controlada, autosuficiencia alimentaria, cadenas productivas robustas, educación y nutrición para todos. En este apartado se presentan aspectos, que influyen en la seguridad alimentaria en el estado de Tabasco, visualizar últimos enfoques, que son determinados por la situación nacional y particular de la región.

Para el presente estudio se tiene como objetivo presentar aspectos, que influyen en la seguridad alimentaria en el estado de Tabasco y visualizar la sostenibilidad, que son determinantes para la situación estatal y en particular de las regiones productivas del estado.

Materiales y métodos:

El estudio se presenta en el estado de Tabasco y conforma las localidades importantes por su desarrollo económico y social como la subregión Centro, la ciudad de Villahermosa; la subregión Chontalpa con Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Cunduacán y Villa la Venta; la subregión Sierra con Jalapa, Tacotalpa y Teapa; la subregión Ríos las ciudades de Tenosique y Emiliano Zapata; la subregión Pantanos las localidades de Macuspana y Frontera (INEGI, 2001).

Para lo cual se realiza una revisión bibliográfica y de análisis descriptivo, se consideran los siguientes criterios que permite desarrollar una búsqueda de información eficiente, actualizada y con aspectos científicos actualizados, artículos de revistas indexadas, en algunos casos se emplearon libros de editoriales reconocidas, centros de investigación o universidades mediante las siguientes bases de datos: Scielo, Redalyc y Latindex, entre otros, se considera las categorías de actores clave, procesos de atención, limitaciones y oportunidades de acción.

Resultado y discusión

En México uno de los grandes retos es promover alimentos de calidad y suficientes, sobre todo cuando no tenemos la capacidad de producción y de adquisición, esto se transforma en problema, al considerar la existencia de una nutrición deficiente que afecta al desarrollo, en la mayoría de los casos, de la población estudiantil de distintas edades (Urquía-Fernández, 2014). En el Estado de Tabasco, que es uno de los que tienen mayor problemas en su capacidad de producción y de

abastecimiento Guzmán-Pérez, Barragán-Lizama, y Gallegos-Gallegos, (2019), comentan que en estudio realizado en Paraíso Tabasco en alumnos de secundaria, el 86 % padece inseguridad alimentaria, lo que confronta las políticas de desarrollo regionales, estatales y municipales, al requerir atención inmediata conforma planes de desarrollo existentes, que se pueden tener pero la aplicación puede ser incorrecta.

En este estado, por su naturaleza genera la mayoría de sus ingresos a través de los servicios de la paraestatal PEMEX, que en estos momentos se tiene problemas en cuanto a la disponibilidad y aplicación de recursos, si se revisa la contraparte de producción alimentaria se tiene un ambiente deficitario de -26.61 % con respecto de lo que se produce a lo que se consume (Díaz-Carreño, Sánchez-León, y Díaz-Bustamente, 2016), que es de los más deficitarios a nivel nacional, esto impacta en precisamente determinado por Guzmán-Pérez, Barragán-Lizama, y Gallegos-Gallegos, (2019), lo que debería de promover la existencia de programas sociales en todos los niveles para solventar déficits de este tipo.

Si bien Santos-Padrón (2018), promueve en el estado de Tabasco una iniciativa de “Ley para garantizar el derecho a la alimentación”, al responsabilizar al estado de asesorar, formular, determinar, reunir información, sugerir, establecer, presentar informes y resultados con lo relacionado a la seguridad alimentaria, esto no ha permeado como una solución integral exclusiva, más bien los programas federales como “Sembrando vida”, en el caso agropecuario, en vez de considerarse como apalancamiento, se presentan como solución determinante a esta situación, que en los estados debería de ser aspectos particulares.

Factores como la desocupación, los niveles educativos, la generación de producto interno bruto, la descapitalización en el campo, estrategias alimentarias enfocadas de forma subjetiva, falta de seguridad social, inestabilidad económica, entre otros (Díaz-Carreño, Sánchez-Cándido, y Rendón-Nebel (2019), promueven desajustes sociales y por lo tanto incertidumbre, que contribuyen a la migración hacia las ciudades, que en definitiva es el abandono del campo y la aglomeración en las áreas urbanas con todos, los efectos que esto produce.

Sabemos que la seguridad alimentaria es de carácter multifactorial, pero, al revisar el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 del Estado de Tabasco (Gobierno del Estado de Tabasco, 2019), atiende como ejes rectores a nivel general en la seguridad, justicia y estado de derecho, educación, salud y desarrollo económico, por lo que no existe un punto específico que determine su participación en

la seguridad alimentaria en lo particular, lo que en forma directa tendrá diferencias en los procesos de atención y por ende, falta de efectividad para este apartado tan importante para la población. Aguilar-Estrada *et al.*, (2019), con base a su investigación, consideran “al estado extremo”, por carencia al acceso a la alimentación, lo cual debería considerarse en una atención prioritaria, con la presentación de las nuevas políticas de gobierno que no se encuentran, por lo que se debe atender en forma precisa este tema, el cual está sin plan o programa específico, parece que se olvidó.

Conclusión

Innovar hacia la seguridad alimentaria, se requiere de atención específica y de impacto es la población, debemos promover expectativas de atención a mediano y largo plazo, para combatir el hambre, abastecer, nutrir, producir, desarrollar la suficiencia, por región en el estado, se debe atender la parte social y la búsqueda de calidad de vida, por lo que se debe priorizar y desarrollar proyectos para integrarla y que los procesos incluyan la sostenibilidad en las regiones, con la aplicación de los recursos con eficiencia y políticas públicas acorde a las demandas existentes.

Literatura citada:

- Acosta-Acosta, G. A. (2017). *La seguridad alimentaria en México y su problemática en el contexto del desarrollo*. Instituto de Investigaciones Estratégicas Armada de México, 1-28. Recuperado de http://repositorio.uninav.edu.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/23000/391/da_02-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilar-Estrada A.E., Caamal-Cahuich I., Geronimo Barrios-Puente, G, y Ortiz-Rosales M.A. (2019). ¿Hambre en México? Una alternativa metodológica para medir seguridad alimentaria, *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 29(53). Recuperado de <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.625>
- Díaz-Carreño, M. A, Sánchez-León, M., y Díaz-Bustamente, A. (2016). Inseguridad alimentaria en los estados de México: un estudio de sus principales determinantes. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51), 459-483.
- Díaz-Carreño A., Sánchez-Cándido L.V., y Rendón-Nebel M.T. (2019) La inseguridad alimentaria severa en los estados de México: Un análisis a partir del enfoque de las capacidades 2008-

2014. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 29(53), Recuperado de <http://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.684>
- Gobierno del Estado de Tabasco (2019), *Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024*. Recuperado de https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion_spf/PLED%202019-2024.pdf
- Guzmán-Pérez, S. N., Barragán-Lizama, L. A., y Gallegos-Gallegos, R. P. (2019). Seguridad alimentaria en alumnos de la Secundaria del sureste mexicano. *Horizonte sanitario*, 18(3), 373-381. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.19136/hs.a18n3.2495>
- Guzmán-Pérez, S. N., Barragán-Lizama, L. A., y Gallegos-Gallegos, R. P. (2019). Seguridad alimentaria en alumnos de la Secundaria del sureste mexicano. *Horizonte sanitario*, 18(3), 373-381. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.19136/hs.a18n3.2495>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (2001). *Síntesis de información geográfica del estado de Tabasco*. INEGI. México. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espano/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223939/702825223939_2.pdf
- Micarelli, G. (2018). Soberanía alimentaria y otras soberanías: el valor de los bienes comunes. *Revista Colombiana de Antropología*, 54(2), 119-142.
- Pérez-Vázquez, A., Leyva-Trinidad A. D., y Gómez-Merino, F. C. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 175-189.
- Programa Mundial de alimentos, (2018). Mapa del hambre, (WFP). Recuperado de <https://www.refworld.org/es/pdfid/5bcf99a44.pdf>
- Santos-Padrón H. (2018), *Iniciativa con proyecto de decreto por el cual se expide la ley para garantizar el derecho a la alimentación en el Estado de Tabasco*. Cámara de diputados. Recuperado de <http://documentos.congresotabasco.gob.mx/2018/orden31/SECRETARIA%20GENERAL/Iniciativas/351.-Iniciativa%20expide%20Ley%20para%20garantizar%20el%20derecho%20a%20la%20alimentacion.pdf>
- Urquía-Fernández, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud pública de México*, 56, 92-98. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v56s1/v56s1a14.pdf>

Manejo sustentable de la moniliasis del cacao mediante poda de descopado en Comalcalco, Tabasco

Hernández-Escobar, Claudia^{1,2*}, López-Báez, Orlando^{1,2}, Ramírez-González, Sandra I^{1,2}, Espinosa-Zaragoza Saúl^{1,2}, Perezgrovas-Garza, Raúl³.

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical.

²Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica UNACH-CA 68.

*claudia.hernandez94@unach.mx

Resumen

En una plantación de 6.5 ha formada por un sistema agroforestal cacao-sombra típico, de 45 años de establecida, con manejo tradicional poco tecnificado, sin poda, sin manejo fitosanitario y sin fertilizar, se aplicó la poda de descopado como alternativa de renovación para recuperar la producción y rentabilidad, como testigo se dejó 0.5 ha que se manejó tradicionalmente. Mensualmente se realizan aspersiones de caldo sulfocálcico y de abono foliar a las plantas podadas. Los resultados muestran una reactivación del tejido productivo en las plantas podadas, se cuantificó una mayor fructificación en relación a árboles del testigo, el número medio de frutos sanos, mazorcas y chilillos, fue de 11.25 en árboles podados y de 5 en árboles testigo. La incidencia de frutos infectados por la moniliasis se redujo considerablemente en árboles podados en los que se registró un promedio de 0.32 frutos enfermos inferior al de 4.86 cuantificado en árboles no podados.

Palabras clave: Rehabilitación de plantaciones, sostenibilidad, chilillos, mazorcas.

Introducción

La producción de cacao en México se concentra en los estados de Tabasco y Chiapas con una superficie de 59,555 ha y una producción anual de 28,475 t. De manera tradicional, el cacao se cultiva en un sistema agroforestal donde convive con otras especies vegetales, por lo que se considera un cultivo de alto valor ambiental.

En muchos de los países productores de cacao, el rendimiento por unidad productiva se considera bajo y es decadente, entre las causas del bajo rendimiento se señalan el limitado manejo tecnológico, el daño causado por las enfermedades y las plagas, y al envejecimiento de las plantaciones (Adebisi y Okunola 2013; Assiri *et al.*, 2016).

En México, el cacao se cultiva tradicionalmente en acompañamiento permanente de árboles en un sistema agroforestal diverso, de manera que la población de árboles de cacao oscila entre 500 y 600 por ha los cuales son plantados a distancias de entre 4 y 5 m entre planta, y cuyas copas alcanzan alturas que en promedio oscilan entre 6 y 8 metros. El 80% de las plantaciones de cacao existentes presentan más de 40 años de edad por lo que su potencial productivo es limitado, a esto se adicionan las pérdidas ocasionadas por las enfermedades en especial la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mancha negra (*Phytophthora* spp.) que causan graves pérdidas de la cosecha, y el poco manejo tecnificado de la plantación. Una ha de cacao produce entre 100 y 300 kg/año de cacao seco; por lo que, para recuperar la producción y la rentabilidad de este cultivo, la renovación de las actuales plantaciones es inminente (Ramírez, 2008; Espinosa-García *et al.*, 2015).

Materiales y métodos

Instalación del ensayo y material vegetal. En colaboración con la empresa Cocoa Farms Mexico SAPI de CV y un productor cooperante, se estableció en julio de 2019 un módulo de investigación tomando una plantación tradicional de 6.5 ha de extensión, formada por un sistema agroforestal cacao-sombra típico, ubicada en la comunidad Emiliano Zapata, de Comalcalco, Tabasco.

Poda de descopado. Se realizó entre los meses de julio y agosto de 2019, el criterio aplicado fue la de cortar los troncos o copas a una altura de 3 m del suelo, que equivale a reducir aproximadamente el 70 a 80% del área foliar en una superficie de 6 ha. Como tratamiento testigo se dejó sin podar un lote de 0.5 ha el cual recibió el manejo tradicional del productor.

Variables cuantificadas:

Para cuantificar la respuesta de los árboles a la poda, mensualmente, partir de realizada poda, se registró el número de renuevos formados en la base y en la parte superior del tronco, el número de cojinetes en floración, la fructificación y la incidencia de frutos enfermos por moniliasis, para lo cual se tomó una muestra de 100 árboles podados y 100 del lote testigo. Los datos generados fueron procesados mediante el análisis de varianza.

Manejo de enfermedades: Al momento de la poda, se eliminaron en forma manual todos los frutos afectados por las enfermedades moniliasis y mancha negra, el manejo sanitario posterior consistió

de aspersiones mensuales de polisulfuro de calcio al 10 % tomando como base los resultados reportados por Ramírez *et al.*, (2011).

Fertilización: Para nutrir las plantas de cacao, mensualmente se realizan aspersiones foliares de un abono liquido en concentración del 2% V/V, preparado mediante la técnica propuesta por López *et al.*, (2015) que contiene los elementos: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, fierro, sodio, boro, zinc y cobre.

Resultado y discusión

Uno de los efectos inmediatos observados de la aplicación de la poda es que al reducirse el sombreadamiento ocurre una mayor entrada de luz y una mejor ventilación de la plantación, cuyos efectos son notables ya que se estimula la inducción de yemas que dan origen a renuevos tanto en la base del tronco como en la parte superior, el número promedio de renuevos inducidos por planta tanto en la parte aérea como en la base de los troncos podados es superior a los cuantificados en los árboles del tratamiento testigo.

En cuanto al efecto de la poda sobre el fructificación, en las Figuras 1 a 4 se presentan el número medio de chilillos por árbol, referidos estos como frutos jóvenes menores a dos meses de edad, y la producción de mazorcas o frutos desarrollados por árbol, durante el periodo de septiembre de 2019 a marzo 2020. De manera general se aprecia mayor fructificación en los árboles podados en relación al testigo.

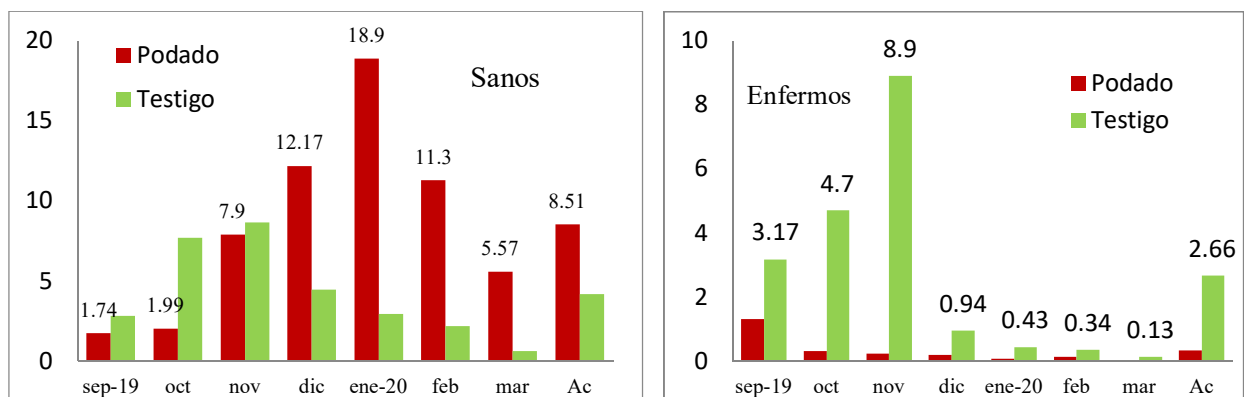
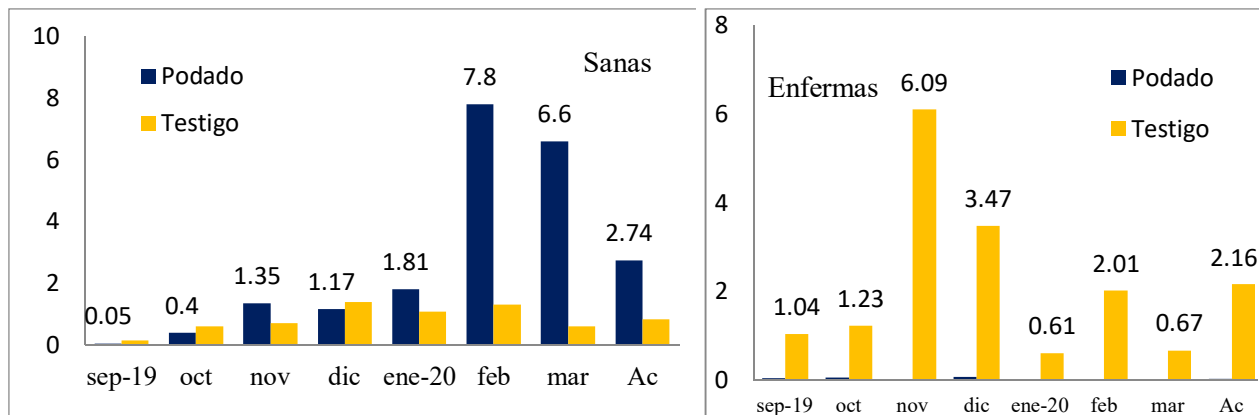


Figura 1 y 2. Número medio de chilillos (frutos < a 2 meses) sanos y enfermos por árbol en tratamiento podado y testigo



Figuras 3 y 4. Numero promedio de Mazorcas sanas y enfermas por árbol en tratamiento podado y testigo.

Es importante remarcar que a pesar de que la poda de descopado reduce considerablemente el área productiva de los árboles, la producción de frutos por árbol, tanto en chilillos como en mazorcas, resultó mayor en la plantación podada. Un efecto adicional importante es la reducción de la incidencia de frutos enfermos por moniliasis en el tratamiento podado la cual se mantuvo alta en los árboles que no fueron podados. Uno de los efectos de la poda es favorecer una mejor aireación y mayor circulación de aire en la plantación, lo cual reduce la humedad o evita su acumulación, contrarrestando así el microclima que propicia las condiciones para que *M. royeri* se desarrolle.

Conclusión

La poda provoco una reactivación del tejido productivo en las plantas en las que se aplicó, efecto que se manifestó en un mayor fructificación. En plantas podadas se cuantifico una mayor fructificación en relación a arboles del testigo, el número medio de frutos sanos, mazorcas y chilillos, fue de 11.25 en árboles podados y de 5 en arboles testigo. La incidencia de frutos infectados por la moniliasis se redujo considerablemente en arboles podados en los que se registró un promedio de 0.32 frutos enfermos inferior al 4.86 cuantificado en arboles no podados del testigo.

Literatura citada

Adebiyi S. and Okunlola J.O. 2013. Factors affecting adoption of cocoa farm rehabilitation techniques in Oyo State of Nigeria. World Journal of Agricultural Sciences 9 (3): 258-265.

- Assiri A.A., Deheuvels O., Keli Z.J., Kebe B.I., Konan A. et Koffi N. 2016. Identification de caractéristiques agronomiques pour le Diagnostic et la prise de décision de régénération des vergers de Cacaoyers en Côte d'Ivoire. *African Crop Science Journal* 24(3): 223-234.
- Espinosa-García, J.A., Uresti-Gil, J., Vélez-Izquierdo, A., Moctezuma-López, G., Inurreta-Aguirre, H.D. & Góngora-González, S.F. 2015. Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5):1051-1063.
- López B.O., Ramírez G.S.I., Espinosa Z.S., Moreno M.J.L., Ruiz B.C., Villarreal F.J.M. y Ruiz R.J.L. 2015. Manejo agroecológico de la nutrición en el cultivo del cacao. Primera edición digital, Universidad Autónoma de Chiapas, Colección espacioimasd.unach.mx. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 128p
- Ramírez G.S.I. 2008. La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha (Costa Rica)* 21(1): 97-110
- Ramírez G.S.I., López B.O., Guzmán H.T., Munguía U.S., Moreno M.J. 2011. El polisulfuro de calcio en el manejo de la moniliasis *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). Evans *et al.* del cacao *Theobroma cacao* L. *Tecnología en Marcha* 24(4): 10-18

Relación alométrica altura-diámetro para *Quercus rugosa* Neé en Chiapas, México

Reynoso-Santos, Roberto¹; Hernández-Ramos, Jonathan^{2*}; Leyva-Ovalle, Ángel³; Hernández-Ramos, Adrián⁴ y García -Cuevas, Xavier².

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Centro de Chiapas. ²INIFAP-Campo Experimental Chetumal. ³CHAPINGO-División de Ciencias Forestales. INIFAP-Campo Experimental Saltillo⁴

*Autor de correspondencia: forestjonathanhdez@gmail.com

Resumen

Estimar la altura total (A) del arbolado dentro de un inventario forestal es un proceso costoso y tardado. El objetivo fue representar de manera cuantitativa a través de un modelo de efectos mixtos (MEM) la relación alométrica A - d para arboles de *Quercus rugosa* que crecen en bosques naturales de Chiapas, México. Con 679 pares de datos A - d distribuidos en la parte templada y la covariable de altitud, se ajustó bajo el enfoque de efectos mixtos el modelo de Naslund: $A = 1.3 \cdot \frac{d^2}{(a_1 + a_2 \cdot d)^2}$.

La inclusión del efecto aleatorio en ambos parámetros, señala una explicación del 54.88% de la variabilidad de la muestra, un error global de 2.84 m, sesgo medio de -0.00228 m y diferencia agregada de -0.00034%. Los resultados pueden ser empleados para reducir tiempos y esfuerzos en el levantamiento de información de campo y mejorar las actividades de gestión forestal para esta especie.

Palabras clave: Encino, bosques templados, modelo de crecimiento, gestión forestal, tratamientos silvícolas.

Introducción

La medición de la altura (A) de los árboles dentro del levantamiento de información de campo para la elaboración de planes de gestión forestal es la tarea que mayor demanda de tiempo y recursos requiere, además, es una variable fundamental en la estimación de crecimiento y producción (Sharma y Breidenbach, 2015). El ajuste con el enfoque de modelos efectos mixtos (MEM) para representar cuantitativamente la relación alométrica entre la A y el diámetro normal (d), ha sido una opción de mejora estadística y precisión de estimación (Corral, Silva y Quiñonez, 2019). El objetivo fue representar de manera cuantitativa a través de un MEM la relación alométrica A - d para arboles de *Quercus rugosa* que crecen en bosques naturales de Chiapas, México.

Materiales y métodos

Con 679 pares de datos $A-d$ tomados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) distribuidos en la parte templada del estado de Chiapas y la covariable de altitud, se ajustó en el programa *Rstudio*^(R) con el procedimiento *nlme* y la técnica de máxima verosimilitud un MEM, al incluir la covariable de altitud a la estructura de Naslund (1936): $A = 1.3 \cdot \frac{d^2}{(a_1 + a_2 \cdot d)^2}$. La inclusión de la covariable de altitud se realizó de tres formas: i) $A = 1.3 \cdot \frac{d^2}{((a_1 + a_{1j}) + a_2 \cdot d)^2}$, ii) $A = 1.3 \cdot \frac{d^2}{(a_1 + (a_2 + a_{2j}) \cdot d)^2}$ y iii) $A = 1.3 \cdot \frac{d^2}{((a_1 + a_{1j}) + (a_2 + a_{2j}) \cdot d)^2}$, donde a_1 y a_{2j} son los parámetros estimados y j indica el nivel de clasificación. La comparación de los ajustes y selección de la mejor estructura, se realizó al considerar que los parámetros fueran significativos ($\alpha=0.05$), los menores valores del criterio de información de Akaike (CIA) y valor de verosimilitud ($\log Lik$), además, del mayor coeficiente de determinación (R^2) (Sharma, Vacek y Vacek, 2016; Corral, Silva y Quiñonez, 2019). En la estructura seleccionada como la mejor, se evaluaron de forma gráfica los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los residuales, así como la independencia de los errores. La precisión de las estimaciones fueron determinadas a través de los valores del error global, sesgo medio y diferencia agregada en forma porcentual (Corral, Silva y Quiñonez, 2019).

Resultados y discusión

El ajuste por MEM al incluir la covariable de altitud, señala parámetros significativos en todos los casos ($\alpha=0.05$), en donde el parámetro a_0 es el de mayor variabilidad (Cuadro 1). Además, una explicación de la variabilidad muestral entre el 50% y 55%, la cual es superior al incluir los efectos aleatorios en ambos parámetros con un menor valor de verosimilitud (*CIA* y $\log Lik$) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Valor de los parámetros para el modelo de Naslund ajustado por efectos mixtos para la relación altura-diámetro ($A-d$) en *Quercus rugosa* distribuido en Chiapas, México.

Covariable	Parámetro de efecto	Parámetro	Estimación	<i>Ee</i>	Valor <i>t</i>	$Pr > t $
Altitud	a_0	a_0	1.5234	0.1507	10.1	<0.001
		a_1	0.2710	0.0042	63.8	<0.001
		ϕ	0.0097			
	a_1	a_0	1.3943	0.0627	22.2	<0.001
		a_1	0.2765	0.0095	29.3	<0.001
		ϕ	-0.0314			
	a_0 y a_1	a_0	1.5871	0.1489	10.7	<0.001

a_1	0.2660	0.0118	22.5	<0.001
ϕ	-0.0882			

Covariable: característica de clasificación que no es controlada en la toma de datos, sin embargo, influye en la variable de respuesta (A); Ee : error estándar; $Pr>|t|$: probabilidad al 95 % ($p = 0.05$); ϕ : desviación estándar de los residuos en el sistema.

Cuadro 1. Ajuste estadístico del modelo de Naslund mediante efectos mixtos para la relación altura-diámetro ($A-d$) en *Quercus rugosa* distribuido en Chiapas, México.

Covariable	Parámetro de efecto	R^2	CIA	$\log Lik$
Altitud	a_0	0.5035	2904.0	-1447.0
	a_1	0.5226	2877.5	-1433.7
	a_0 y a_1	0.5488	2859.1	-1422.5

Covariable: característica de clasificación que no es controlada en la toma de datos, sin embargo, influye en la variable de respuesta (A); R^2 : coeficiente de determinación; CIA : valor del criterio de Akaike; $\log Lik$: valor de verosimilitud:

Los supuestos de regresión indican normalidad en los cuantiles con respecto a los residuos (Figura 1a), homocedasticidad de los residuales, (Figura 1b) y sin evidencias de autocorrelación en los residuos (Figura 1c). Mientras que, el error global del ajuste es de 2.84 m para la expresión seleccionada, sesgo medio de -0.00228 m y diferencia agregada fue de -0.00034 %.

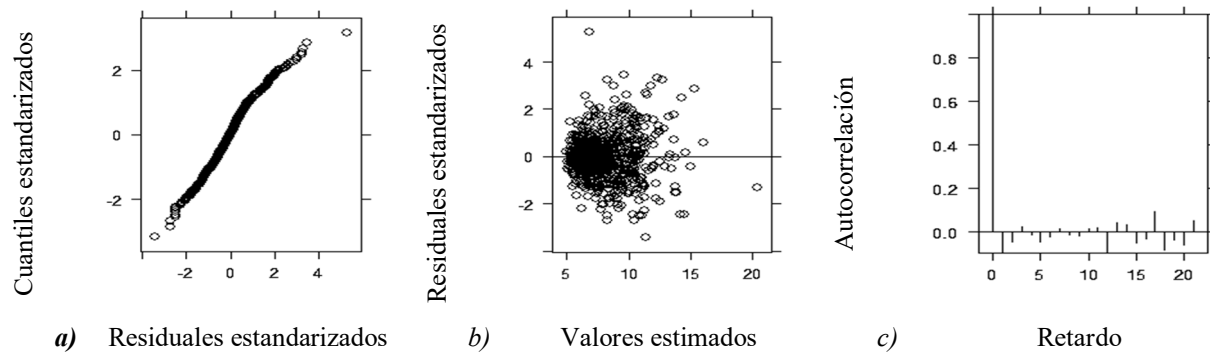


Figura 1. Supuestos de regresión de normalidad (a), homocedasticidad (b) y autocorrelación (c) para el modelo de Naslund ajustado por efectos mixtos para la relación altura-diámetro ($A-d$) en *Quercus rugosa* distribuido en Chiapas, México.

En términos de precisión en las estimaciones (2.84 m), los resultados son muy semejantes a los obtenidos por Corral, Silva y Quiñonez (2019) al emplear una forma generalizada del modelo de Chapman-Richards y ajustarlo con el enfoque de MEM (2.43 m) para seis especies del género *Pinus* en Durango, México; pero inferiores a los reportados por Sharma y Breidenbach (2015) al emplear el modelo de Naslund en este mismo enfoque para estimar la A en función del d para *P. silvestris* L. y *Betula pubescens* [Ehrh.] (<1.6 m). Debido a la robustez estadística (R^2 , CIA y $\log Lik$), cumplimiento de los supuestos de regresión (normalidad, homocedasticidad y

autocorrelación) y precisión en las estimaciones (error global, sesgo medio y diferencia agregada), los resultados pueden ser una alternativa para estimar la A en función del d y ser empleados dentro de los inventarios o en la elaboración de planes de gestión forestal, tal y como lo mencionan Sharma, Vacek y Vacek (2016).

Conclusión

La inclusión de covariables dentro del ajuste de modelos altura-diámetro normal ($A-d$) bajo el enfoque de modelos de mixtos es una alternativa de mejora estadística y precisión para cuantificar este tipo de relaciones alométricas. Además, la robustez estadística mostrada por el modelo de Naslund para estimar A en función del d para árboles de *Quercus rugosa* que crecen en bosques de clima templado en el estado de Chiapas, México, da la pauta para ser empleado de manera confiable en el levantamiento de la información de campo y la elaboración de planes de gestión forestal para esta especie de interés comercial.

Literatura citada

- Corral, R. S., Silva A., A. M. y Quiñonez B., Q. (2019). Modelo generalizado no-lineal altura-diámetro con efectos mixtos para siete especies de Pinus en Durango, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 10(53), 86-117. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.500>
- Sharma, R. P and Breidenbach, J. (2015). Modeling height-diameter relationships for Norway spruce, Scots pine, and downy birch using Norwegian National Forest Inventory data. Forest Science and Technology, 11(1), 44-53. <https://doi.org/10.1080/21580103.2014.957354>.
- Sharma, R. P., Vacek, Z. and Vacek, S. (2016). Nonlinear mixed effect heightdiameter model for mixed species forests in the central part of the Czech Republic. Journal of Forest Science, 62(10), 470-484. doi: 10.17221/41/2016-JFS.

Rendimiento de grano, forraje y calidad forrajera de nuevos híbridos de maíz

Saúl Velasco Macías¹, Margarita Tadeo Robledo^{1§}, Alejandro Espinosa Calderón², Joob Zaragoza Esparza¹, Enrique Canales Islas³, Consuelo López López¹, Pablo Andrés Meza⁴, Bulmaro Coutiño Estrada⁵

¹Ingeniería Agrícola, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM), ²Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ³Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ⁴Universidad Veracruzana, ⁵Campo Experimental Centro de Chiapas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Autor para correspondencia:

tadeorobledo@yahoo.com

Resumen

Se evaluaron diez híbridos de maíz en dos localidades, Cuautitlán FESC-UNAM y Santa Lucía. En el ambiente de Santa Lucía, se utilizaron dos fechas de siembra, es decir; tres ambientes diferentes de evaluación, en cada ambiente se establecieron dos experimentos con los diez genotipos, en el primero el objetivo fue evaluar los diez genotipos para determinar la productividad de grano y en el segundo se establecieron los diez genotipos para determinar la productividad y calidad de forraje. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, el análisis estadístico se realizó con un arreglo factorial, que consideró los diez híbridos y tres ambientes, así como la interacción genotipos x ambientes. Se encontró que el híbrido Atziri Puma, recientemente liberado comercialmente, presentó el mayor rendimiento de grano. El híbrido Tlaoli Puma presentó el mayor rendimiento de forraje verde. En los análisis de calidad de forraje, no se observaron diferencias significativas.

Palabras clave: Valles altos ,genotipos, productividad, proteína y digestibilidad.

Introducción

Es importante encontrar híbridos que presenten cualidades sobresalientes en rendimiento y calidad de forraje, así como rendimiento de grano, debido a que en los primeros ideotipos de maíz no se discriminaba de acuerdo a su destino.

Desde la década de los 80's en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM (FES Cuautitlán, UNAM) y en el Campo Experimental Valle de México del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CEVAMEX – INIFAP), se generan, desarrollan y evalúan diversos híbridos blancos androestériles de ciclo intermedio para siembras tempranas,

algunos de los cuales han expresado buen rendimiento de forraje. (Espinosa *et al.*, 2008). Se considera necesario definir cuáles son los materiales más adecuados, que presenten un alto rendimiento de grano y que además expresen buena productividad y calidad de forraje, para lo cual en el presente trabajo se proponen los siguientes objetivos: Evaluar el rendimiento de grano, materia verde, materia seca, contenido de proteína y digestibilidad de diez híbridos de grano blanco para Valles Altos de México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Santa Lucía de Prias, Coatlinchán, municipio de Texcoco, Estado de México y en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES Cuautitlán, UNAM) ubicado en Cuautitlán Izcalli, Estado de México en el ciclo primavera verano 2016.

Los genotipos empleados en esta investigación fueron diez: cuatro obtenidos en el programa de mejoramiento genético de la UNAM y seis del INIFAP, con los diez materiales se establecieron dos tipos de experimentos, el primero para la evaluación de productividad de grano y el segundo para la evaluación de la producción y calidad de forraje.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con diez genotipos (híbridos), tres repeticiones, cada ensayo uniforme, se estableció en tres ambientes. El análisis estadístico se efectuó con arreglo factorial, que consideró a los factores: genotipos (G: diez), ambientes (E: tres), así como la interacción genotipo por ambiente (G x E). La parcela experimental estuvo constituida de un surco de 5 m de largo por 80 cm de ancho, dando un total de 4.0 m² como parcela útil.

Resultados y discusión

Para el primer tipo de experimentos, es decir para determinar productividad de grano, en la prueba de comparación de medias en los tres ambientes evaluados, en la variable rendimiento, se encontraron dos grupos de significancia, ubicándose Santa Lucía 1, primera fecha de siembra, con el mayor rendimiento de grano (7282 kg ha⁻¹), superior en 11.2% a los rendimientos obtenidos en FES Cuautitlán, UNAM y Santa Lucía 2, segunda fecha (6467 kg ha⁻¹). Dichos resultados son

similares a los reportados por Espinosa *et al.*, (2004) para la localidad de Santa Lucía (CEVAMEX).

Para la variable rendimiento de materia verde, se encontraron cuatro grupos de significancia, ubicándose al híbrido Tlaoli Puma con el mayor rendimiento de forraje verde (70,202 kg ha⁻¹), superior estadísticamente a H51 AE, H47 AE, siendo el híbrido H-47AE quién presentó el menor rendimiento a comparación de los demás materiales, siendo inferior en 46.4 % al híbrido Tlaoli Puma. Lo anterior es importante ya que Tlaoli Puma fue registrado ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) y cuenta con Título de Obtentor a favor de la UNAM.

La media obtenida para porcentaje de proteína fue de 9.12 %, cifra superior a la reportada por López (2014), quien obtuvo una media de porcentaje de digestibilidad de 8.6 %. En la comparación de medias entre genotipos no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$).

Conclusiones

El híbrido Atziri Puma, presentó el mayor rendimiento de grano, por lo que se recomienda su uso para la producción de grano. En segundo lugar en rendimiento de grano se ubicó Tsiri Puma, lo que es importante ya que este híbrido fue recientemente liberado comercialmente por la FESC UNAM. El híbrido Tlaoli Puma exhibió el mayor rendimiento de forraje verde, por lo que se recomienda su uso para la producción de forraje. Lo anterior es importante ya que Tlaoli Puma fue registrado ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). Con base en los rendimientos de grano, forraje y su calidad, los híbridos Atziri Puma y Tlaoli Puma, mostraron características favorables para considerarse materiales de doble propósito.

Literatura citada

- Espinosa Trujillo, E., et al. (2004). *Revista Fitotecnica Mexicana*, 27(Es1), pp.39-41. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61009908>
- López López, C. (2014). *Productividad de grano y forraje en dos densidades de población de híbridos de maíz androestériles y fértiles*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2014/mayo/0712541/Index.html>
- Espinosa Calderón, A., et al. (2008). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 92 93 pp.118-125.

Sincronización de estro y ovulación con progesterona y gonadotropina coriónica equina (EcG) en un hato brahman

Santos González Luis Enrique^{1*}, León Velasco Horacio¹, Ruiz Hernández Horacio¹ y Yong Ángel Gilberto.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas.

*holeve2001@yahoo.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue la sincronización de estro e inducción a la ovulación con el uso de progesterona y gonadotropina coriónica equina (eCG) en un hato de la raza Brahman en condiciones tropicales. Se utilizaron 146 vacas de la raza Brahman con cría al pie mayores de 45 días posparto. Los animales se mantuvieron en potreros en buenas condiciones de zacate estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*) y mombasa (*Panicum máximum*). Además, fueron suplementados con ensilado de maíz 18 kg por vaca por día y sales minerales a libre acceso por 40 días. En general las vacas tuvieron de dos a cinco partos y una condición corporal de 4 a 6 en escala de 1 a 9 (bovinos de carne, 1= muy flaco y 9= obeso). Los resultados en este programa de sincronización a tiempo fijo en vacas fue en general del 55.5% de preñez acumulada (n=81) siendo el 41.1% (n= 60) para gestaciones de inseminación artificial a tiempo fijo. A los 15 días posteriores de este proceso se introdujo un semental repasador por un periodo de 15 días obteniendo un 14.4% (21) más de gestaciones producidas por el toro ($P<0.05$). El diagnóstico de preñez se realizó por ultrasonografía a los 60 días para detectar las diferencias de edades entre las gestaciones. Se recomienda este programa reproductivo para mejorar la eficiencia reproductiva del hato.

Palabras clave. Bovinos, condición corporal y fertilidad.

Introducción

Una de las principales limitantes de la producción bovina de razas de carne constituye el reinicio de la actividad ovárica posparto y la posterior concepción dentro de los plazos y parámetros idóneos. Dichas limitaciones se encuentran mayormente arraigadas en aquellos hatos en que el empadre es continuo y con monta directa. Para garantizar el éxito económico de una explotación pecuaria, es recomendable establecer estrategias que permitan garantizar una mejor eficiencia reproductiva, ya que la tasa de preñez y su distribución tienen un impacto muy importante. Lograr un ternero por vaca al año en un sistema de producción bovina significa que las hembras deberían

estar nuevamente preñadas a los 90 días después del parto. Sin embargo, hoy en día en las condiciones tropicales se observa una fertilidad de los hatos menor del 50% de su capacidad biológica y un periodo de intervalo entre partos mayor a 15 meses (González, 2018).

Para disminuir en parte esta problemática se ha utilizado diferentes estrategias de suplementación alimenticia a las vacas en el pre y posparto, amamantamiento restringido y la sincronización de estro e inducción a la ovulación para agrupar la manifestación de estro e inducir a la actividad ovárica posparto y optimizar el uso de la inseminación artificial. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso de progesterona y gonadotropina coriónica equina (eCG) en la sincronización de estro, ovulación y fertilidad en el ganado bovino de la raza Brahman con el uso de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Material y métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Ocozacoautla de Espinosa, Chiapas, se localiza en la región Valle-Zoque a 35 km de la capital del estado de Chiapas. Ocupa una parte de la reserva de la biosfera de la selva el Ocote, del corredor biótico Chimalapa - Uxpanapa - El Ocote y de la zona sujeta a conservación ecológica laguna Bélgica. Se encuentra entre las coordenadas geográficas: 16° 46' de latitud y 93° 22' de longitud, tiene una altura de 820 msnm. Colinda al norte con Tecpatán, al este con Berriozábal, Tuxtla Gutiérrez y Suchiapa, al sur con Villaflores y al oeste con Jiquipilas y Cintalapa (INEGI, 2013).

Metodología

El rancho cuenta con una extensión territorial de 300 ha y 50 potreros, de diferentes tipos de pastos: estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), mombasa (*Panicum máximum* cv. Mombasa), brizantha (*Brachiaria brizantha*). El sistema de alimentación del ganado bovino es pastoreo rotacional. El manejo reproductivo en este hato es la inseminación artificial y repaso con sementales utilizando la monta directa para subir los índices de fertilidad.

Los animales seleccionados en este programa de sincronización de estro y ovulación fueron vacas de la raza Brahman. Se utilizó 146 animales con cría al pie, con 45 días posparto, amamantamiento continuo y de dos a cinco partos. Las vacas se encontraban en condición corporal de 4 a 6 en escala de 1 a 9 para bovinos de razas de carne (10 muy flaca y 9= obesa) (Herd y Sportf, 1986). Además

del pastoreo, los animales tuvieron una suplementación alimenticia por 40 días posparto con ensilado de maíz de 18 kg por vaca por día y sales minerales a libre acceso (proteimin – Agroinvic y minerales nutrición animal).

Protocolo de sincronización de estro e inducción a la ovulación.

Se realizó bajo el siguiente protocolo. El día de inicio del programa (día = 0) se les aplicó a cada vaca un dispositivo intravaginal que contiene 1 g de progesterona. Además vía intramuscular se aplicó Fosfosan (Virbac) 10 ml por animal (prevención y tratamiento de fósforo, selenio, magnesio, cobre y potasio) y benzoato de estradiol 2 ml (1 mg) vía intramuscular (IM), el mismo. El día 8, se retiró el dispositivo intravaginal y se aplicó 2 ml (400 UI) de gonadotropina coriónica equina (eCG), 2 ml (0.150 mg) de cloprostenol sódico, 1 ml (0.5 mg) de cipionato de estradiol vía intramuscular (IM). Seguidamente el día 9 se observó la presentación del estro de los animales tratados y el día 10 se realizó la IATF. Posteriormente a los 15 días se introdujo el semental con la finalidad de preñar a las vacas (repaso) que no quedaron gestantes en el programa de IATF por un periodo de 15 días.

El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal 60 días posteriores a la inseminación artificial, con la finalidad de identificar gestaciones de 60 y 45 días. Para detectar si la preñez fue de la IATF o de monta directa por el semental.

Análisis estadístico. Para poder evaluar el porcentaje de concepción entre IATF y el servicio del semental se utilizó Ji Cuadrada (Chou, 1986).

Resultados y discusión

En el programa de sincronización de estro y ovulación se usaron 146 vacas de la raza Brahman, se obtuvieron en promedio el 55.5% de gestaciones acumuladas (n=81) de los cuales 60 vacas fueron por inseminación artificial a tiempo fijo (41.1%) y 21 vacas gestantes (14.4%) ($P<0.05$) fue producidas por el toro repasador.

Debido a los muchos factores e interacciones que afectan el reinicio de la actividad ovárica posparto y la fertilidad es complejo y difícil diseñar un programa universal de IATF que asegure el éxito reproductivo del hato. Díaz et al. (2002) al evaluar varios tratamientos con dispositivo de liberación de progesterona más benzoato de estradiol observaron un promedio acumulado del 25.4%. de gestaciones en ganado bovino de carne. Por su parte Vallejo et al. (2017) utilizando un

protocolo similar al del presente estudio encontraron un 40.5% de preñez en vacas con crías al pie. Existe amplia evidencia científica que el uso de dispositivos de liberación de progesterona más eCG, mejora significativamente el desempeño reproductivo de las vacas (Ganchou et al., 2003) en condiciones del trópico. Actualmente, en el sistema de producción de bovinos de carne, un alto porcentaje de productores manejan su programa de inseminación artificial con el repaso de los toros, esta práctica es de gran utilidad porque se puede acumular un porcentaje de gestaciones y disminuir los costos del programa reproductivo como se observó en el presente estudio.

Conclusión

El uso de protocolo de sincronización de estro y ovulación más el repaso del toro es una alternativa de manejo reproductivo que puede incrementar los porcentajes de preñez y mejorar la eficiencia reproductiva del hato en condiciones tropicales.

Literatura citada

- Chou, Y. L. (1986) Análisis Estadístico Ed Interamericana. 2ª ed. México.
- Díaz, G. S. Galina, C. S. Basurto, C. H y Ochoa G. P. (2002). Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. Arch. Med. Vet. 34:2. 1-9.
- Ganchou, F. Soto, E. and Ramirez, L (2003). Postpartum anestrous treatment with intravaginal progesterone and eCG in suckling crossbred tropical cows. Rev. Cient. FCV-LUZ. 13:1. 38-44.
- González, P. E. (2018). Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. Libro técnico. UNAM.CONACYT.
- Herd, D. B and Srpott R. L. (1986). Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas. Agricultural Extension Service. Univ. B. 1526.
- INEGI 2013. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Informe de actividades.
- Vallejo, T. D. Muñoz, R. Y. Chaves, V. C. Astaíza, M. J y Benavides, V. C (2017). Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. Rev. Med. Vet. 35:83-91.

Tipología productiva de los traspatios en La Concordia, Chiapas

Aguilar-Vázquez Emilio Herasto¹, Guevara-Hernández Francisco^{2*}, la O-Arias Manuel Alejandro², Cadena-Iñiguez Pedro ², Nahed-Toral José³, Pinto-Ruiz René², Martínez-Tagua Rosa María¹

1. Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical, *Campus V*, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas.
2. Profesores Investigadores, *Campus V*, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas.
3. Profesor Investigador del Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, sede San Cristóbal de las Casas.

* Correspondencia: Francisco.Guevara@unach.mx

Resumen

La inseguridad alimentaria en las familias rurales mexicanas es uno de los problemas a los que actualmente se enfrenta el país; por ello, la importancia de los sistemas agropecuarios en la producción de alimentos. Esta investigación se enfoca en la caracterización productiva de los tipos de traspatios en el municipio de La Concordia, Chiapas. Se aplicaron 134 entrevistas semiestructuradas, el tamaño de muestra fue del 5% del total de las familias del área de estudio y se estimó mediante la fórmula sugerida por Snedecor y Cochran (1967). Esto llevo a cabo para recopilar información detallada de los traspatios y construir las tipologías y su análisis productivo. Para ello se utilizó la metodología de Escobar y Berdegue, (1990) aplicada a sistemas agropecuarios. Se encontraron seis tipos de traspatios caracterizados por dos grandes grupos y relacionados con su perfil productivo y la producción de especies vegetales y animales con uso alimenticio para las familias. Los traspatios con mayor representatividad son aquellos donde las familias tienen como estrategia de exportar la fuerza de trabajo fuera de la unidad familiar (32.84%), seguido por los traspatios donde las familias están orientadas a la producción avícola (27.61%).

Palabra clave: Traspatio, Caracterización, Familia, Productividad

Introducción

Mas de un tercio de la población mexicana presenta una situación de inseguridad alimentaria (IA) y en el estado de Chiapas el 70% de la población se encuentra en situación de IA (Salinas *et al.*, 2019). Particularmente en el municipio de La Concordia, la población se encuentra en situación de

IA, lo que generó que fuera declarado como municipio rural de atención prioritaria (DOF, 2018). En este sentido, las familias buscan estrategias de subsistencia para tener acceso físico o económico a los alimentos. Por tanto, los traspatios se han estudiado como unidades estratégicas productivas (Salazar y Magaña., 2016); ya que representan escenarios agropecuarios característicos tradicionales por ser áreas de pequeña escala, con mayor presencia en familias de las zonas rurales, suburbanas y marginadas. Las actividades desarrolladas están estrechamente vinculadas a la cultura local (Mariaca *et al.*, 2007; Sánchez y Torres, 2014). El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar a los traspatios de La Concordia, Chiapas, a partir de su tipificación sistémica con criterios de productividad.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el municipio de La Concordia, Chiapas. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a 134 familias de 24 comunidades. El tamaño de muestra fue del 5% de las familias del área de estudio y se estimó mediante la fórmula sugerida por Snedecor y Cochran, (1967). Para construir tipos de traspatios se utilizó la metodología de Escobar y Berdegú, (1990) para sistemas agropecuarios.

Resultados y discusión

A partir del análisis factorial se identificaron seis grupos en la formación tipológica de traspatios. Los componentes explicaron el 83% de la varianza total contenida en las 21 variables originales. Los traspatios se proyectan en dos aspectos: bajo perfil productivo y alto perfil productivo, respectivamente (Figura 1).

- Traspatis tipificados por su bajo perfil productivo.

El grupo I formado por 44 traspatios representa el 32.84% de las familias que se caracterizan por su estrategia de exportar fuerza de trabajo al exterior de la unidad familiar. En este sentido, las familias buscan ingresos económicos para acceder a los alimentos de la canasta básica familiar, lo que concuerda con lo reportado por Salazar y Magaña, (2016); Vieyra *et al.* (2004) e indican que las familias se basan en estrategias para cubrir y acceder a los alimentos básicos. El grupo II, formado por 11 traspatios representa el 8.21% de las familias caracterizadas como familias nucleares. El grupo III, formado por 18 traspatios representa el 13.43% de las familias que se

caracterizan por ser familias extensas. Esto concuerda con lo reportado por Muñoz *et al.* (2017) quienes señalan que las familias están conformadas por una estructura familiar que se integra de padres, hijos y parientes como abuelos, primos, nueras, yernos, tíos, entre otros..

- Traspattios tipificados por su alto perfil productivo.

El grupo IV formado por 20 traspattios representa el 14.93% de las familias que se caracterizan por estar orientadas a la producción vegetal, principalmente con fines de alimentación familiar. El grupo V, formado por 37 traspattios representan el 27.61% de las familias orientadas a la producción avícola. El grupo VI formado por 4 traspattios representan el 2.99% de las familias orientadas a la producción porcina y por disponen mayor área destinada a la producción que el resto de los traspattios.

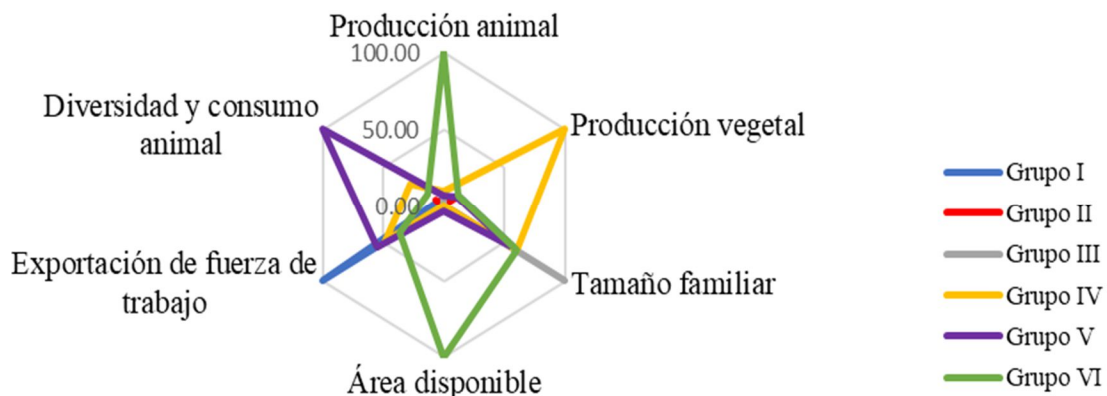


Figura 3. Tipificación de los traspattios en La Concordia, Chiapas.

En los tipos de traspattios encontrados, las especies vegetales y animales son conservadas por la importancia que estas tienen en los usos que las familias conocen y les dan a estas principalmente la alimentación. Además de que la producción obtenida de los traspattios contribuye al sostenimiento familiar. En este sentido, se concuerda con lo reportado por Olvera *et al.* (2017) y Salazar *et al.* (2015) quienes mencionan que las familias producen y conservan en los traspattios especies multipropósitos, principalmente para la alimentación.

En la tipificación de los traspattios se encontró que los componentes de tenencia (área disponible) y productividad, son frecuentes en las tipologías de los sistemas agropecuarios. Por lo que se concuerda con Méndez *et al.* (2019); Rocha *et al.* (2016) quienes señalan que en México, América Latina y el Caribe, las investigaciones enfocadas a sistemas de producción, identifican los

indicadores de tamaño de los predios, número de animales y enfoques tecnológicos como los más relevantes para la diferenciación de estos.

Conclusión

En el municipio de La Concordia, Chiapas, se encontraron seis tipos de traspatios proyectados en dos aspectos, traspatios de bajo perfil productivo y alto perfil productivo, los cuales están estrechamente relacionados con la producción de especies vegetales y animales con uso principalmente alimenticio de las familias. Los traspatios con mayor representatividad son aquellos donde las familias tienen como estrategia familiar la exportación de la fuerza de trabajo fuera de la unidad familiar, seguida por los traspatios donde las familias están orientadas a la producción avícola.

Literatura citada

- Corvalán, P. A. U., Galván, M. G. R., Martínez, M. L. Z., Díaz, P. P., Casas, A., y Méndez, R. M. (2020). Agrobiodiversity of edible vegetable in the indigenous territory maya-ch'ol Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(2).
- DOF. 2018. Acuerdo. Reglas de Operación del Programa de Apoyos a Pequeños Productores de la SAGARPA para el ejercicio 2018.
- Mariaca Méndez, R., Jácome, G., y Martínez, L. (2007). El huerto familiar en México avances y propuestas. *Avances en agroecología y ambiente Vol. 1/JF López Olguín, A. Aragón García y AM Tapia Rojas (Eds). 2007p. 119-138.*
- Méndez-Cortés, V., Mora-Flores, J. S., García-Salazar, J. A., Hernández-Mendo, O., García-Mata, R., y García-Sánchez, R. C. (2019). Tipología de productores de ganado bovino en la zona norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 305-314.
- Muñoz Máximo, T., Ocampo Fletes, I., Parra Inzunza, F., Cervantes Vargas, J., Argumedo Macías, A., y Cruz Ramírez, S. (2017). Proceso de producción y mecanismos de comercialización de chía (*Salvia hispánica* L.) por familias campesinas de los municipios de Atzitzihuacán y Tochimilco, Puebla, México. *Nova scientia*, 9(19), 788-818.

- Olvera-Hernández, J., Álvarez-Calderón, M., Guerrero-Rodríguez, J., y Aceves-Ruiz, E. (2017). Importancia de especies vegetales en el traspatio de familias campesinas del noreste de Puebla, México. *Agroproductividad*, 10(7).
- Rocha-Rodríguez, C., Mora-Delgado, J., y Romero-Vargas, J. C. (2016). Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 253-264.
- Salazar Barrientos, L. de L., y Magaña Magaña, M. Á. (2016). Aportación de la milpa y traspatio a la autosuficiencia alimentaria en comunidades mayas de Yucatán. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 24(47), 182-203.
- Salinas-Cruz, E., Martínez-Sánchez, J., Morales-Guerra, M., Vásquez-Ortiz, R., Noriega-Cantú, D. H., Cadena-Iñiguez, P., y Contreras-Hinojosa, J. R. (2019). Situación económica y social de la población de San José del Carmen, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. *AGROProductividad*, 12(4).
- Sánchez-Sánchez, M., y Torres-Rivera, J. A. (2014). Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(2), 63-75.
- Snedecor, W. G., y Cochran, G. W. (1967). Métodos estadísticos (décima impresión, 1984). *México: CECS*.
- Vieyra, J., Castillo, A., Losada, H., Cortés, J., Bastida, G. A., Ruiz, T., Hernández, P., Zamudio, A., y Acevedo, A. (2004). La participación de la mujer en la producción traspatio y sus beneficios tangibles e intangibles. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 53, 9-23.

Variabilidad fenotípica de variedades nativas de maíz olotillo de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Nayarit

Grajales Herrera Sheila Ixchel*
Universidad Autónoma de Chiapas, Sheila.grajales69@unach.mx.

Resumen

En Chiapas se tienen registrados 18 razas de maíces nativos, su estudio es primordial para la documentación, aprovechamiento y conservación de la diversidad en el país. El objetivo de la presente investigación fue identificar morfológicamente 47 variedades de maíz Olotillo provenientes de Chiapas, Nayarit, Guerrero y Oaxaca para iniciar con las mejores variedades, un esquema de mejoramiento poblacional. El trabajo se realizó en el Campo Experimental Centro Chiapas del INIFAP, durante el ciclo agrícola temporal 2019. Las variedades se aleatorizaron en un diseño experimental látice triple 7x7, se midieron 10 variables en plantas y siete variables en grano y elote. Los resultados obtenidos demuestran que existen cuatro variedades que cumplen los criterios aceptables de la evaluación, dos de ellas son de Chiapas y dos de Guerrero. Este estudio contribuye al establecimiento de poblaciones evolutivas en la raza de maíz Olotillo como opción para recuperar diversidad, adaptación local y mejora de su producción.

Palabras claves: maíz nativo, mejoramiento genético, diversidad.

Introducción

En México existen 59 diferentes razas de maíces nativos. A lo largo del tiempo se ha notado una pérdida en estas razas, por lo cual se están realizando investigaciones para revalorizar y conservar su diversidad, con la finalidad de poder hacer frente a posibles problemas fitosanitarios y climáticos que puedan presentarse en un futuro (Ortega, 2020).

En Chiapas se tiene registrado 18 razas diferentes de maíces nativos, el Olotillo es una de ellas, se cultiva en la región cálida y en otras entidades del país, la mazorca se caracteriza por poseer diferentes colores de grano, tener de 8 a 10 hileras, un olote muy delgado y flexible, y según algunos productores, tienen mejores cualidades de mazorca y alimenticias en comparación con otras razas (Coutiño *et al.*, 2019). Cabe destacar que en Chiapas se cultivan diversas variedades de maíz para ser comercializadas en elote, aun cuando no fueron seleccionadas para este fin, normalmente los

agricultores eligen de acuerdo a sus preferencias aquellas con las características más favorables para poder venderlas: longitud de elote, grano, y sabor dulce por su contenido de carbohidratos. No hay registros específicos, sobre estas características, por lo que es necesario identificar aquellas variedades que tengan las características eloterías adecuadas para la comercialización para potencializarlas y difundirlas con los productores.

El presente trabajo tiene como propósito realizar la caracterización fenotípica las variedades nativas de maíz Olotillo de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Nayarit, para conocer las más aptas y aprovechar su variabilidad de la raza en estos estados. Se seleccionará aquellas variedades sobresalientes en las características deseables para iniciar un esquema de mejoramiento poblacional.

Materiales y métodos

El trabajo de campo, se realizó en el Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Durante el ciclo agrícola Primavera-Verano 2019 (temporal) y se tiene contemplado un segundo ciclo de siembra en Invierno (riego) 2020-2021.

Se evaluaron 47 variedades nativas de maíz raza Olotillo, cuyas mazorcas se recolectaron en diferentes comunidades de Nayarit, Oaxaca, Guerrero y Chiapas, a finales del 2018 y principios del 2019, más 2 variedades testigo: Población Amarilla y V-240. Las 49 variedades se aleatorizaron en un diseño experimental látice triple 7x7, en unidades experimentales de dos surcos de cinco metros de longitud y 75 cm de separación, con dos plantas cada 80 cm. La población total fue de 147 plantas por parcela útil, a una densidad de población aproximada de 33,250 plantas ha⁻¹. El manejo de los experimentos de maíz se realizó de acuerdo al paquete tecnológico del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP.

Durante el desarrollo y cosecha del cultivo se midieron algunas variables. En plantas se evaluaron 10 características: 1) Días a floración femenina, 2) Días a floración masculina, 3) Altura de planta (cm), 4) Altura de mazorca (cm), 5) Calificación fenotípica de la planta, 6) producción de forraje verde (kg), 7) Longitud de elote con brácteas (cm), 8) Longitud de elote sin brácteas (cm), 9) Peso de elote (g), 10) Contenido de azúcares con un refractómetro digital (grados Brix). En mazorca y grano se evaluaron 7 variables : 1) Longitud de mazorca (cm), 2) Peso de mazorca (kg), 3) Número

de hileras por mazorca , 4) Número de granos por hilera por mazorca, 5) Humedad de grano (%), 6) Diámetro de olote (cm) y 7) Rendimiento de grano (t ha⁻¹).

A las variables medidas en elotes, forraje, mazorca y grano se les realizó un análisis de varianza utilizando el software Statistical Analysis System (SAS, Versión 9.3) para detectar si había diferencia significativa entre las variedades nativas. Teniendo los resultados de ambos ciclos de siembra, se realizará la prueba múltiple de medias de la Diferencia Honesta Significativa (Tukey 0.05) para detectar la o las mejores variedades.

Resultados y discusión

En el análisis de varianza de los genotipos, en caracteres morfológicos de planta se encontró diferencias altamente significativas en las replicaciones de días de floración masculina, en bloques en replicación, en altura de planta y altura de mazorca, y en los tratamientos en días de floración masculina, altura de planta y altura de mazorca. En caracteres morfológicos de mazorca se encontró diferencias altamente significativas en las replicaciones en peso de planta sin elote, en bloques en repetición y tratamiento se encontró diferencias significativas en las variables longitud de mazorca, peso de planta sin elote y peso de elote con brácteas.

En caracteres morfológicos del elote (Cuadro 1), se encontró diferencias altamente significativas en las replicaciones de peso de elote y azúcares solubles. En tratamiento en peso de elote, número de hileras y número de grano por hileras.

Cuadro 2. Análisis de varianza de los caracteres analizados durante el cultivo y en la cosecha de elote

Fuente de variación	PET	PETB	NH	NGH	AZ
Replicaciones	8,891.84**	1,487.59*	5.2517*	59.8367*	32.8441**
Bloques en replicaciones	7,334.96**	7,478.49**	3.7702*	113.74**	8.3313*
Componente B	7,334.96**	7,478.49**	3.7702*	113.74**	8.3313*
Tratamiento	11,307**	1,2103*	13.8390**	103.48**	6.4197*
Error intrabloques	5,293.85*	8,481.14**	4.3970*	78.8758**	5.9852*
Total	7,571.68	9,452.38**	7.4357	91.0022	6.7853

NS= No significativo, *= Significativo **= Altamente significativo, PET= Peso de elote, PETB= Peso de elote con brácteas, NH= Número de hileras, NGH= Número de granos por hilera, AZ= Azúcares Solubles.

En la comparación de medias evaluadas, en días de floración femenina la más tardía fue la variedad 26 que llegó hasta los 65 días. Salas (2005), reporta que las características que presentan los genotipos se debe a su arreglo genético y al efecto que tiene el ambiente sobre ella.

Para altura de planta, se observó que la variedad 1 alcanzó 321.67cm de altura. En carácter de altura de mazorca la variedad 1 tuvo 181.62cm. Rincón (2005), al evaluar cinco variedades de maíz en dos sistemas de labranza, encontró que la altura de la mazorca está determinada genéticamente y que está relacionada con la altura de la planta, estos datos concuerdan con los resultados obtenidos. Para longitud de elote las variedades 6, 20 y 26 fueron superiores, en peso de elote la variedad 1 obtuvo el mayor peso con 460 g. Para longitud y diámetro de mazorca, la variedad 26 presentó resultados estadísticamente superiores y en rendimiento de forraje la variedad 6 tuvo 1.320 kg. En azúcares solubles la variedad 6 alcanzó 12.017°Brix y la variedad 20 tuvo 12.050°Brix.

Conclusión

Se lograron identificar cuatro variedades de maíz Olotillo que presentaron el mayor número de caracteres tanto de planta, mazorca y elote estadísticamente superiores. Las variedades 1 y 6 corresponden al estado de Chiapas y las variedades 20 y 26 al estado de Guerrero. La variedad 1 es estadísticamente superior en seis caracteres, la variedad 6 en seis caracteres, la variedad 20 en cinco caracteres y la variedad 26 en seis caracteres. Las variedades 6 y 20 son consideradas buenas para producción de elote por su alto contenido de azúcares. Se pretende realizar un segundo ciclo de cultivo para comparar la fase temporal y riego y su posterior análisis de calidad industrial.

Literatura citada

- Coutiño E. B., V. A. Vidal M., N. O. Gómez M., F. Aragón C., D. M. Oliva G., S. Grajales H. 2019. Diversidad fenotípica de variedades criollas de maíz Olotillo. Acta Fitogenética Vol. 6. Núm. 1. p 44.
- Coutiño E. B., G. Vázquez C., B. Torres M. y Y. Salinas M. 2008. Calidad de grano, tortilla y botanas de dos variedades de maíz de la raza comiteco. Revista Fitotecnia Mexicana. 31(3):9-14.

- Ortega P.R., 2020. Aporte al estudio de diversidad en maíz en México. Aspectos importantes, amenazas e importancia a dicha diversidad. Proyecto global maíces nativos. Ciudad de México.
- Rincón, E. D. 2005. Heterosis de rendimiento del grano entre híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en la depresión central de Chiapas, tesis profesional, UNACH, Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V, Villaflores, Chiapas, México.
- Salinas M. Y., G. Vázquez C. 2006. Metodologías de análisis de la calidad nixtamalera-tortillera en maíz. INIFAP. Folleto Técnico. No. 24. p 28.
- Salas, G. J.F. 2005. Selección interfamilial en la variedad de maíz V-526 “Tuxpeño tardío” en Villaflores, Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas, México, pp. 25 y 35.

Características biométricas de piña cabezona (*Ananas comosus* L. Merrill) en la región Chontalpa, Tabasco

Murillo-Hernández F. E.¹, Córdova-Sánchez S.^{2*}, Salgado-García S.³, Sánchez-Gutiérrez F.¹ Martínez Valdés M. G.¹

¹Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4 C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México. franmurillo95@hotmail.com, agrofor03@gmail.com, martin.martinez@unach.mx.

²Universidad Popular de la Chontalpa. División Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías. CA-QVyDS. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

³Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCA.A-LPI-2: AEES. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. salgados@colpos.mx. Autor para correspondencia: sacorsa_1976@hotmail.com

Resumen

La piña cabezona es un cultivo local del sureste de México. El objetivo fue evaluar dos dosis de fertilización. Las dosis fueron: N(230%) – P(183%) – K(300%) y N(253%) – P(138%) – K(360%), Correspondientes a los suelos Acrisol Cutánico (Endoarcílico, Hiperdístico, Férrico) y al Acrisol Cutánico (Endoarcílico, Férrico) y la dosis testigo (productor): 85 kg de N, 85 kg de P y 85 kg de K. Como resultados se encontró que en ambos suelos la altura de fruto y peso sin corona fueron mayores a los del testigo. Y se puede llegar a producir 56 t ha⁻¹ de frutos fresco. Los Grados Brix se encontraron entre 7 a 7.6. En conclusión, los frutos producidos con las dosis presentaron grados Brix más bajos que los de los cultivares Cayena lisa y MD”. Este estudio muestra que las dosis de fertilizantes obtenidas por SIRDF mejorar la producción de piña cabezona en Tabasco.

Palabras clave: Piña cabezona, dosis de fertilizante, suelos ácidos.

Introducción

Las plantaciones de piña en México se encuentran establecidas en suelos ácidos, que se caracterizan por alta fijación de fosforo, deficiencias de zinc y boro, baja tasa de formación de amonio y nitratos, bajo contenido de calcio, magnesio, potasio y alto porcentaje de saturación de aluminio (Pastrana *et al.*, 1998; Salgado *et al.*, 2007), estas condiciones restrictivas de fertilidad se manifiestan en deficiencias foliares que afectan el rendimiento y la calidad de fruto de la piña.

Existen dosis de fertilizantes para el cultivo de piña, pero son exclusivamente para los cultivares MD2 y Cayena Lisa, ya que estas son las que se siembra de forma comercial para supermercados y exportación, no así, para la piña criolla o cabezona, la cual su mercado es regional y local. El

INIFAP tiene los paquetes tecnológicos para los cultivos principales o de mayor importancia, pero no tiene una dosis bien definida, ya que recomienda aplicar de dos a tres veces la mezcla 12-8-12-4 a razón de 25 gramos por planta al suelo y foliar unas 15 aplicaciones de DAP (18-46-00) al 2.5% para el cultivar MD2 (Uriza, 2011). En general en Tabasco no hay dosis definidas, más las que se generaron a través del Sistema Integrado para Recomendar Dosis de Fertilizantes en el 2010. Y para la nutrición de la piña criolla es necesario aplicar la dosis de cada uno de los nutrimentos en forma correcta, ya que, actualmente la nutrición es realizada de forma empírica por los productores (Salgado *et al.*, 2010; Salgado *et al.*, 2017). Por lo tanto, con este estudio se validaron una dosis de fertilización para dos subunidades de suelos en la Sabana de Huimanguillo.

Material y métodos

Se establecieron un experimento con material vegetativo conocido como hijuelos o gallos, se estableció en el Ej. La Esperanza perteneciente al municipio de Huimanguillo, Tabasco, entre las coordenadas UTM X 431955 y Y 1980750, con una altitud 24 msnm. Se establecieron dos parcelas experimentales una como testigo que fue la Dosis del productor y la segunda la dosis establecida por el Sistema Integrado para Recomendar Dosis de Fertilizantes realizado en el año 2010. Las cuales se establecieron con un diseño completamente al azar. Se realizó un muestreo de suelos.

Las dosis fueron: N230 %- P183%- K300%. Correspondientes al suelo Acrisol Cutánico (Endoarclílico, Hiperdistrico, Férrico). Se utilizaron las fuentes DAP, UREA y KCl. Y la dosis del productor 500 kg de triple 17, lo que equivale a 85 kg de N, 85 kg de P y 85 kg de K.

Medición de altura y frutos con y sin corona (largo y diámetro): Para ello se utilizaron 30 plantas, 10 con frutos pequeños, 10 frutos medianos y 10 grandes para ser cosechadas. Peso de planta, fruto y grados Brix: Se pesó la planta completa (con fruto), la planta sin fruto, el fruto con corona y sin corona y finalmente la corona. Se extrajo jugo con un extractor de jugo (Punzón de acero) y se puso en un refractómetro manual para posteriormente ser leídos los grados Brix.

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones para el análisis foliar y 10 repeticiones para las características morfológicas del cultivo, se utilizó el paquete estadístico SAS System 9.3., para el análisis ANOVA y la comparación de medias de Tukey.

Resultado y discusión

Análisis de macro y micro elementos de los suelos: Los suelos donde se establecieron los experimentos, presenta un pH fuertemente ácido, efectos nulos de salinidad, una capacidad de intercambio baja, contenidos de materia orgánica altos, rico en nitrógeno, contenidos medios de fósforo, contenidos bajos de potasio, calcio y magnesio y contenidos marginales a deficientes de los micronutrientes hierro, cobre, zinc y manganeso (Cuadro 1 y 2) (NOM- 021).

Características agronómicas del cultivo de piña: Dentro de las variables evaluadas en las características agronómicas para piña cabezona fue la altura de plantas, en la cual no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de acuerdo al análisis de varianza y a la comparación de medias de Tukey (Cuadro 3). La altura promedio de planta fue de 126.97 cm, característica similar a la encontrada por García *et al.* (2006), que encontraron una altura promedio de 125 cm, para este cultivar cultivada en laderas. El promedio del peso fresco de plantas fue de 3.27 kg, en esta variable hay poca información.

La altura del fruto con corona estuvo en un promedio de 43.86 cm, la altura promedio de fruto sin corona fue 17.43 cm, esto significa que representa el 39.74% el fruto y la corona el 60.26%. la altura de fruto sin corona concuerda con lo encontrado por García *et al.* (2006), en un estudio con este cultivar (17.25 cm). En promedio la altura de corona de 26.43 cm, los frutos tienen una forma de barril. La circunferencia del fruto fue de 47.28 cm en promedio, con un diámetro mayor (15.05 cm) a lo encontrado por García *et al.* (2006), que fue de 13.23 cm. Esta diferencia permite observar que la dosis del SIRDF presentó el mayor peso de fruto (2.43 kg), mayor a los encontrados por García *et al.* (2006), que encontró un peso de 2.28 kg de fruto con corona. El peso de fruto sin corona para la dosis del SIRDF fue de 2.12 kg, mayor a los encontrados por García *et al.* (2006), que fue de 2.03 kg. Así mismo, se encontró que el fruto representa el 87.24% del total del fruto, porcentaje parecido a los encontrados por García *et al.* (2006), que descubrió un porcentaje de 89.03%.

El mayor peso de corona se encontró en la dosis del productor con 0.37 kg, mayor a los encontrados por García *et al.* (2006), que obtuvo un peso de corona de 0.25 kg. Y en forma general la corona representa el 12.76 del total del fruto. Se pueden producir aproximadamente 53 t ha⁻¹ de fruta fresca sin corona de piña cabezona en el suelo Acrisol Cutánico (Endoarcílico, Hiperdistrico, Férrico) resultados similares a los reportados por Pérez-Romero *et al.* (2020).

En los sólidos solubles totales (°Brix), se encontró diferencia significativa. Presentando los grados más altos la dosis del SIRDF con 7.59 °Brix, menores a los encontrados por García *et al.* (2006), que presenta 10.58 °Brix.

Tabla 1. Análisis químico (macroelementos primarios y secundarios) y físico de los suelos de ambos experimentos.

Identificación	pH 1:2 *	CE 1:5 H ₂ O mmhos/cm	M.O. (%) Walkley -	CI C →	Nt (%) estimad o	P Olse n ppm	K ← meq/100 g	Ca NH ₄ OAc 1 N 7	Mg pH	Textura Boyucos arena	Limo (%)	arcilla →	Clasificación Textural
	H ₂ O	dS m ⁻¹	Black							←			
*Ej. La Esperanza	4.40	0.10	3.40	0.8	0.17	10.8	6	0.04	0.61	0.15	58.40	12.84	29.0
				0									Fco.arc.arenoso

*Datos publicados (Murillo-Hernández, 2019).

Tabla 2. Análisis químico (micro elementos y acidez) de los suelos de ambos experimentos.

Identificación	Fe	Cu	Zn	Mn	Acidez	H	Al
	-----DTPA-----				-----KCl 1N-----		
	ppm				meq/100g (cmoles+Kg ⁻¹)		
*Ej. La Esperanza	52.82	0.59	0.22	2.42	1.37	0.73	0.63

*Datos publicados (Murillo-Hernández, 2019).

Tabla 3. Características agronómicas del cultivo de piña en el Ej. La esperanza, Huimanguillo, Tabasco.

Dosis	Altura de Planta	Peso planta (kg)	Altura de fruto con corona (cm)	Altura de fruta sin corona (cm)	Altura de corona (cm)	Circunferencia de fruto (cm)	Peso del fruto completo (kg)	Peso del fruto (kg)	Peso de corona (kg)	Grados brix
SIRDF	126.30a	3.27a	44.67a	18.63a	26.03a	47.93a	2.43a	2.12a	0.31b	7.59a
Productor	127.63a	3.28a	43.05a	16.22b	26.83a	46.63a	2.03b	1.66b	0.37a	7.12b
Media	126.97	3.27	43.86	17.43	26.43	47.28	2.23	1.89	0.34	7.36
C.V.	6.92	26.33	11.31	13.24	16.94	6.63	16.04	17.90	27.43	10.33
Prob. De F.	0.5593	0.9489	0.2121	0.0002*	0.4919	0.1137	0.0001**	0.0001**	0.0279	0.0193
DMS	4.5467	0.446	2.5658	1.1933	2.3161	1.6206	0.1851	0.175	0.0484	0.3932

Nota: Literal igual significa no diferencias significativas en cada columna. * Diferencia significativa. ** Diferencia altamente significativa.

Conclusiones

La dosis aplicada de nitrógeno (N) y potasio (K), tuvieron un efecto positivo en el tamaño y peso de fruto. La altura encontrada de planta se encuentra dentro de los estándares para este cultivo. Por otra parte, se encontró que la planta al momento de la cosecha de los frutos tuvo un peso de aproximadamente de 3.27 kg. El fruto representa entre el 35% de la altura total del fruto con corona

(43.86 cm). El peso del fruto (2.12 kg) fue mayor en la fertilización con la dosis aplicada a través de la metodología del SIRDF. Además, representa el 86% del total de peso del fruto con corona. De acuerdo a los sólidos solubles totales (°Brix), la piña cabezona es más ácida que la cayena lisa y MD2.

Literatura citada

- García M, Salcedo F, Barrios R y Carrera L (2006). La piña “pilón” o cabezona cultivada en las laderas de los estados de Monagas y Sucre. Revista de difusión de tecnología agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola. INIA Divulga 7: 27-29.
- Murillo-Hernández FE, Córdova-Sánchez S, Salgado-García S, Bolio-López GI, De la Cruz-Burelo P y Sánchez-Gutiérrez F (2019). Determinación nutrimental de piña criolla (*Ananas comosus* L. Merrill) en la sub-región de la Chontalpa Tabasco, México. Agroproductividad 12(7): 31-34. DOI <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1472>
- Norma oficial mexicana 021- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (NOM-021-RECNAT. 2001). Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2001. 75 pp.
- Pastrana LA, Rodríguez M, León AIE y Ramírez DG (1995). Manual de producción de naranjo en suelos ácidos de Tabasco. INIFAP-CIRGOC-CAEHUI-ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. 30 pp.
- Pérez-Romero, J., Salgado-García, S., Córdova-Sánchez, S., del Carmen Lagunes-Espinoza, L., & Ortiz-García, C. F. (2020). Evaluación de parámetros de crecimiento en piña “cabezona” (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en respuesta a la fertilización NPK. AgroProductividad 13(8): 3-9. DOI <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1797>
- Salgado GS, Palma LDJ, Zavala CJ, Ortiz GCF, Lagunés ELC, Castelán EM, Guerrero PA, Isauro Ortiz, CAI and Córdova SS (2017). Integrated system for recommending fertilization rates in pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) crop. Acta Agronomica 66(4): 566-573. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v66n4.62257>
- Salgado GS, Palma-Lopez DJ, Zabala-Cruz, Ortiz LH, Castalan-Estrada M, Lagunes-Espinoza LC, Guerrero-Peña A y Córdova-Sánchez S. (2010). Sistema integral para recomendar dosis de

fertilizantes (SIRDF): en la zona piñera de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados - Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco, México. 81 pp.

Uriza ÁDE (2011). Paquete Tecnológico Piña MD2 (Ananas comosus var. comosus): Establecimiento y mantenimiento. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla / Papaloapan (INIFAP). Isla, Veracruz. 16 pp.

Edulcor y acidez en frutos de *Garcinia humilis* en Huehuetán, Chiapas, México

Villalobos-Villalobos Virgilio^{1*}, Espinosa Zaragoza Saúl², López Martínez Víctor³, Aguirre Medina Juan Francisco²

¹Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozucuatla-Villaflores km 84, Villaflores, Chiapas C.P. 30476. ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Costera Entronque Estación-Huehuetán, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660. ³Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Avenida Universidad 1001, Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Mor. Autor de correspondencia: j101051@unach.mx

Resumen

El objetivo de esta investigación fue identificar los frutos con mejores características para su posterior propagación. Se determinaron características bioquímicas en frutos de achachairú provenientes de las comunidades Chamulapa (CHA) con una altitud de 32 m y Santa Cecilia (SC) con 311 m del municipio de Huehuetán. Se colectaron frutos de árboles sobresalientes que posteriormente se analizaron en laboratorio. Las variables bioquímicas: sólidos solubles totales (SST) o °Brix, pH y acidez titulable (%) fueron determinadas. Los resultados preliminares indican que las variables: SST y acidez titulable no presentaron diferencias estadísticas entre comunidades en ninguna de las fechas de análisis, sin embargo, el pH presentó diferencias estadísticas entre comunidades dos días después del corte (DDC) con promedios de 2.75 para SC y 2.66 para CHA. A los cuatro DDC se presentaron diferencias estadísticas con promedios de 2.78 para SC y 2.70 para CHA, siendo estadísticamente superior la comunidad de SC.

Palabras clave: Achachairú, características bioquímicas, genotipos, calidad de frutos.

Introducción

El municipio de Huehuetán, Chiapas; México se caracteriza por ser dependiente económicamente de las actividades agropecuarias principalmente la fruticultura, esto debido a sus condiciones agroclimáticas y suelos potenciales para la agricultura. Actualmente, los bajos rendimientos, plantaciones viejas y demás factores han provocado que los fruticultores opten por frutales alternativos con potenciales para su propagación y comercialización.

El achachairú, achacha o mangostino; *Garcinia humilis* (Clusiaceae), (Vahl) C.D. Adam, ha mostrado en la última década, su potencial como especie comercial por diversas características organolépticas y por sus propiedades medicinales descritas en investigaciones realizadas en Brasil. El achachairú ha sido estudiado y propagado en otras partes del mundo donde existen plantaciones

comerciales con diferente finalidad (estudios medicinales y comercio), sin embargo, en la costa de Chiapas no se tienen datos de características de frutos de achachairú, debido al origen de pie franco de los árboles objeto de este trabajo, por ende, el objetivo de conocer genotipos con potencial comercial y con la intención final de tener alternativas para la diversificación o renovación frutícola en la región.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación inició con recorridos en comunidades del municipio de Huehuetán donde existen árboles o plantaciones en producción.

Se seleccionaron 20 árboles de dos comunidades, de los cuales todos los frutos se analizaron por una semana. Se analizaron 10 frutos de cada árbol cada 48 h iniciando el mismo día que se cosecharon y finalizando seis DDC, los análisis se realizaron en el Laboratorio Integral de la Facultad de Ciencias Agrícolas en Huehuetán. Los frutos se seleccionaron con base en su uniformidad de tamaño y madurez fisiológica en el árbol, las dos comunidades elegidas fueron Cantón Chamulapa (CHA) y Ejido Santa Cecilia (SC). Una vez cortados, los frutos se almacenaron a temperatura ambiente ($26 \pm 1^\circ \text{C}$) durante seis días.

Para calcular los °Brix, pH y acidez titulable se pesaron 10 g de pulpa y se ajustaron a un volumen de 50 mL con agua destilada. La determinación de °Brix se realizó con un refractómetro digital (SPER SCIENTIFIC modelo 300034) siguiendo la metodología de AOAC (1990) y la determinación de pH se realizó con un potenciómetro (Thermo Orion modelo 230). Para el cálculo de la acidez titulable se siguió el método volumétrico de la AOAC (1990), utilizando 10 g de pulpa licuada en 50 mL de agua destilada, de la alícuota se tomaron 20 mL y se tituló con NaOH (0.1 N) y se agregaron cuatro gotas de fenolftaleína como indicador, se utilizó la fórmula $\frac{\text{Volgastado} \times N \times \text{Meq} \times \text{Vtotal}}{\text{Peso de muestra} \times \text{mL utilizados}} \times 100$ para hacer la conversión a ácido cítrico. Se llevó a cabo un análisis de varianza para todas las variables utilizando el programa SigmaPlot 12.0.

Resultados

Los resultados obtenidos en la variable °Brix no presentaron diferencias estadísticas significativas, los promedios obtenidos a los seis DDC fueron 13.61 para CHA y 14.10 para SC (Figura 1). (Melo

et al., 2017), reportan valores similares de °Brix en un rango de 14.08 a 16.36 en una plantación de achachairú en Brasil.

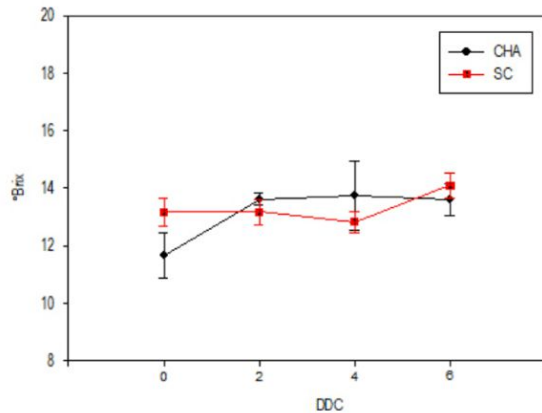


Figura 4 Contenido de °Brix en frutos de achachairú (*Garcinia humilis*) provenientes de dos comunidades de Huehuetán, Chiapas, México.

Para el pH a los dos DDC, se registró una diferencia estadística entre las dos comunidades con promedios de 2.75 para SC y 2.66 para CHA, asimismo para los cuatro DDC se presentó diferencia estadística con promedios de 2.78 para SC y 2.70 para CHA. Para la última fecha no se presentó diferencia estadística (Figura 2). Estos resultados también concuerdan con lo reportado por Melo *et al.*, (2017) quienes reportan valores de pH en un rango de 2.66-2.80.

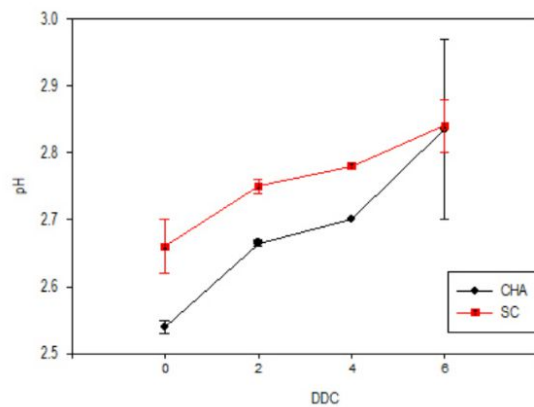


Figura 5 Valores del pH en frutos de achachairú (*Garcinia humilis*) originarios de dos comunidades de Huehuetán, Chiapas, México.

Al igual que en la variable de °Brix, la variable de acidez titulable presentó solo diferencia numérica entre comunidades durante los días de análisis, a los seis ddc los promedios obtenidos en porcentaje de ácido cítrico fueron de 28.16 para CHA y de 19.25 para SC (Figura 3). Valores relativamente altos en comparación a lo reportado por Melo *et al.*, (2017) quienes en frutos de

achachairú reportaron promedios en porcentaje que van de 1.08 a 1.90. Otro de los promedios más altos reportados de acidez en frutos de este género fue hecho por Chávez *et al.*, (2012), quienes reportaron un promedio de 13.2 % de ácido cítrico.

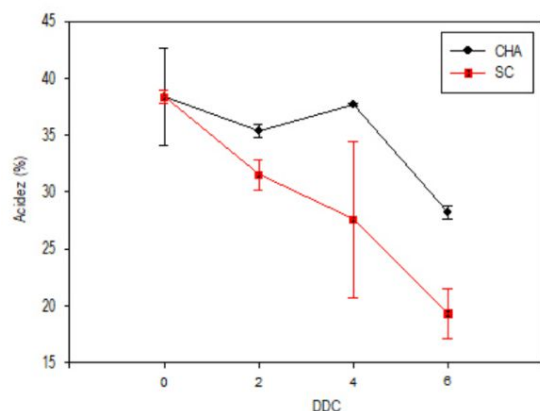


Figura 6 Acidez titulable en frutos de achachairú (*Garcinia humilis*) originarios de dos comunidades de Huehuetán, Chiapas, México

Conclusiones

Los frutos provenientes de la comunidad SC presentaron mejores características en las variables SST, pH y Acidez titulable evaluadas durante la vida de anaquel del fruto

La altitud puede influir en las características de los frutos

Literatura citada

- A.O.A.C. (1990). Oficial method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16th edición, Ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA.
- Chávez Cury, G., Abela Gisbert, M. D. C., Bravo, J. A., Peñarrieta, J. M., & Rendón Porcel, W. J. (2012). Estudio del fruto comestible de la especie vegetal *Garcinia madruno*. *Revista Boliviana de Química*, 29(1), 87-93.
- Melo, M. S., Benett, C. G. S., Melo, B. S., Lourenço, S. L. O., & Barboza, F. S. (2017). Análise físico-química de frutos de achachairu coletados em diferentes partes da planta. *Journal of neotropical agriculture*, 4 (5), 17-21.

Marco multicriterio para la evaluación de una intensivas de *I. iguana* en Chiapas, México

Fuentes-Olivares Iris Judith, Tejeda-Cruz Carlos*, Mendoza-Nazar Paula, Ruiz-Sesma Benigno.
Universidad Autónoma de Chiapas. *ctejedacruz@gmail.com

Resumen

Se adaptó un marco de evaluación multicriterio que propone un método de captura sistemática asignando cinco niveles de desempeño en función del grado de cumplimiento de un parámetro establecido guiado por las metas de aprovechamiento sustentable para las que fueron creadas las UMA intensivas midiendo así su alcance, desempeño y expresándolos en términos cuantitativos. Se establecieron treinta y dos indicadores para las tres áreas de la sustentabilidad: económica, social y ambiental; considerando cinco atributos: productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autodependencia. El marco fue aplicado a tres UMA de *I. iguana* en el estado de Chiapas para probar su eficacia como herramienta de evaluación, caracterizarlas y exponer sus fortalezas y debilidades. Como herramienta de evaluación el marco permitió disgregar o adjuntar los datos según se requieran para su análisis, se encontraron puntos críticos inclinados positivamente al área social y negativamente al ámbito económico, dejando al área ambiental fluctuando entre ambos extremos.

Palabras clave: Fauna silvestre, aprovechamiento, áreas de la sustentabilidad, sistema, análisis.

Introducción

La distribución de ecosistemas marca puntuales diferencias en el desarrollo de las UMA que se han creado a lo largo de la República Mexicana, los casos de éxito que se registran en el sureste son pocos en comparación a los de la región norte del país (Gallina *et al.*, 2009), pero sirven de referencia y son candidatos a evaluación para que su análisis pueda arrojar datos que llenen vacíos de información pues se carece de antecedentes que permitan entender las causas de éxito y fracaso en el manejo de estas unidades, en consecuencia, es difícil evaluar el impacto que estas estrategias tienen en las poblaciones silvestres, su hábitat y los pobladores de las zonas rurales en las que se implementan .

Masera *et al.*, (1999) estipula que “las metas de la sustentabilidad no son estáticas, se redefinen constantemente según la interacción social y ambiental” y por tanto deberá considerarse su

continua actualización y adaptación a la zona que desea impactar. La mejor forma de saber si el desarrollo sustentable cumple cabalmente sus objetivos es la aplicación de una evaluación que permita exponer sus alcances.

Los estudios de caso de las UMA permiten retroalimentar las estrategias de manejo y mejorar tanto su administración como su sustentabilidad. De este modo, los resultados pueden ser de utilidad para dependencias federales y estatales al documentar el nivel de eficacia en cuanto al manejo de hábitat y las especies.

En este contexto problemático el objetivo es diseñar y aplicar un marco de evaluación multicriterio para evaluar la sustentabilidad de tres unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) bajo la modalidad intensiva de la especie Iguana verde (*Iguana iguana*) en la depresión central de Chiapas y obtener un listado que exponga sus fortalezas y debilidades.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en la región natural conocida como Depresión Central de Chiapas ubicada en el centro del estado, seleccionándose las UMA en modalidad intensiva que tuvieran bajo manejo a la *I. iguana*. El marco de evaluación captura la información de un año productivo (2018); se diseñaron matrices para cada verificador que asignan un valor cuantitativo utilizando niveles del uno al cinco. Se estableció una columna como parámetro que constituye el escenario óptimo a alcanzar. Dentro de las tres áreas de la sustentabilidad (social, ambiental y económica) se determinaron cinco atributos, quince criterios, treinta y dos indicadores y cincuenta y siete verificadores de cuyos resultados se extraen los puntos críticos identificables como fortalezas o debilidades del sistema.

Resultados y discusión

La adaptación del marco de evaluación multicriterio (Masera *et al*, 1999) permitió obtener valores cuantitativos aptos para ejecutar un análisis general, obteniendo un panorama global del total de las UMA evaluadas y también fue posible conocer su situación individual.

Evaluando la totalidad del sistema, dos de las UMA tuvieron un desempeño satisfactorio indicando alcances arriba del 73% de las metas que se espera concreten, sin embargo su desempeño es desequilibrado inclinándose por un mejor desarrollo en el área social en la que resalta tres

fortalezas y rezagándose el ámbito económico encontrándose aquí dos debilidades del sistema, para el área ambiental se enlista una fortaleza y una debilidad.

Anteriormente se han aplicado marcos de evaluación multicriterio al ámbito de las UMA como los planteados por Miranda, (2017) en Chiapas; Pineda, (2017) en Tabasco y García, (2005) en Campeche; estos autores hacen mención de la no consideración de la autosuficiencia económica como un objetivo de las UMA lo que impide su permanencia a largo plazo.

Conclusión

La metodología presentada permitió evaluar las UMA intensivas de fauna silvestre para iguana verde (*Iguana iguana*) con parámetros definidos para esta especie; es posible adaptar el marco a otras variedades de fauna silvestre modificando los parámetros pertinentes a la especie que se quiere evaluar respetando la modalidad intensiva de la unidad. Además permitió hacer un análisis detallado según el área, atributo, criterio o indicador que se quiera desglosar o si el estudio lo requiere adjuntar todos los datos para un conocimiento general de las UMA, la escala planteada disgrega la información y la sistematiza para su análisis.

Dos UMA obtuvieron niveles de desempeño de cuatro (satisfactorio) y una UMA con nivel de desempeño tres (poco satisfactorio). Muestran mejores niveles de desempeño en el área social y el atributo de productividad y las puntuaciones más bajas en el área económica con el atributo de equidad., es necesario mencionar que en términos de sustentabilidad no se pueden expresar resultados de si o no pero es posible asignar valores cuantitativos a indicadores propuestos, sin embargo, es preciso fragmentar cada dimensión para entender la interrelaciones de las variables en el sistema y no visualizarlo como un estado estático.

El listado de puntos críticos total fue de siete, tres debilidades y cuatro fortalezas, de estas últimas tres pertenecen al área social y una de ellas al ambiental; las debilidades quedan representadas para la dimensión económica con dos puntos críticos y uno para el área ambiental.

Literatura citada

CONABIO. (2012). Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2000). Resultados de la fase I: Gestión y Administración. Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 Y HV019. México.

- Gallina Tessaro, S., Hernández- Huerta, A., González- Gallina, C. y Delfín- Alfonso, A., (2009). Unidades para la Conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la Vida Silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental*. 1, 143-152.
- García Marmolejo, G. (2005). Caracterización y sustentabilidad de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre en Campeche (tesis de maestría) ECOSUR. México.
- Masera, O., M Astier y S. López-Ridaura. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. Marco de evaluación MESMIS. Mundi- Prensa, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable. Instituto Nacional de Ecología, UNAM. México. 109 p.
- Miranda, A. (2017). Evaluación del sistema Nacional de Unidades de Manejo para la conservación de la Vida Silvestre (SUMA) en el Estado de Chiapas. Tesis de maestría. México. UNAM.
- Pineda, M. (2017). Evaluación de la sustentabilidad de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre en Tabasco, México. (Tesis de maestría).México. ECOSUR.

Aplicación precosecha de aminoetoxivinilglicina (AVG) en *Mangifera indica* L.

Guzmán Camposeco Francisco^{1*}, Aguirre Medina Juan Francisco², Arévalo Galarza María de Lourdes³, Avendaño Arrazate Carlos Hugo² y Villareal Fuentes Juan Manuel²

¹Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad de la Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozucuatla-Villaflores km 84, Villaflores, Chiapas C.P. 30476. ²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Costera Entroque Estación-Huehuetán, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660. ³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México, México. Autor de correspondencia: *francisco.guzman58@unach.mx.

Resumen

Los reguladores de crecimiento actúan como activadores del metabolismo de las plantas y pueden inducir cambios en los frutos. El objetivo fue determinar algunas características fisicoquímicas relacionadas con el sabor en frutos de mango cv ‘Ataulfo’ tratados con aminoetoxivinilglicina en precosecha. Las variables determinadas fueron pérdida de peso (g fruto⁻¹), firmeza (N), sólidos solubles totales (°Brix), pH, acidez titulable (% ácido cítrico) y relación SST/acidez. La menor pérdida de peso, resistencia a la pérdida de firmeza y el % de acidez observados fue para el tratamiento C, los SST, el pH y rel. SST/acidez obtuvieron cambios con las aplicaciones del AVG en precosecha. Indicando que aplicaciones exógenas de AVG en precosecha pueden cambiar algunas características bioquímicas en frutos de mango cv ‘Ataulfo’.

Palabras clave: postcosecha, maduración, °Brix, sabor, mango ataulfo

Introducción

La aminoetoxivinilglicina (AVG) es un aminoácido natural que está involucrada en la ruta metabólica del etileno y que inhibe su producción (Yu *et al.*, 1979). Se ha citado que los efectos del AVG están relacionados con el crecimiento vegetativo, floración y en frutos en el tamaño, forma, desarrollo del color y calidad postcosecha (Ozturk *et al.*, 2013). Existen muy pocas investigaciones relacionadas con frutos tropicales y subtropicales, por ello, se sugiere evaluar el efecto de las aplicaciones de AVG con la maduración de frutos para profundizar el conocimiento y generar alternativas a la producción y mejorar la calidad postcosecha de frutales en trópico. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación exógena de aminoetoxivinilglicina en algunas características de sabor durante la maduración de frutos de mango cv ‘Ataulfo’.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en Sitio Experimental “La Norteña” del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el Km 20.5 carretera Tapachula-Puerto, Chiapas, México. Está a una altitud de 22 m, las precipitaciones son de 1,200 a 1,500 mm año⁻¹, 81 % de humedad relativa (INEGI, 2016) y textura del suelo migajón-arcillosa. Al establecer el experimento los árboles contaban con 18 años de edad, distancia de siembra de 15 x 15 m y se seleccionaron los árboles considerando el registro del rendimiento del año anterior.

La formulación comercial que se usó es ReTain® aminoetoxivinilglicina clorhidrato AVG (15%) generada por Valent BioSciences® Corporation (USA). Se aplicaron los tratamientos con AVG a razón de 0.15 g L⁻¹ más el testigo en precosecha. Los tratamientos con AVG se aplicaron con distintas frecuencias o días antes de la cosecha (Dac) con un diseño completamente al azar: A) siete días antes, B) siete y 14 días antes y, C) siete, 14 y 21 Dac. Se utilizó un árbol como unidad experimental, teniendo cuatro repeticiones por tratamiento, un total de 16 árboles.

La caracterización de los frutos fue realizada en el Laboratorio Integral de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicado en Huehuetán, Chiapas, México. Los frutos se evaluaron durante su vida de anaquel, utilizando un fruto como una unidad experimental. Se pesaron cinco frutos individualmente con una balanza digital (OHAUS® USA, 0.1 g sensibilidad) para determinar la pérdida de peso. Para el resto de los análisis se utilizaron cuatro frutos por tratamiento. Se determinó la firmeza del epicarpio de los frutos con la ayuda de un texturómetro (Chatillon FDV-30, USA) siguiendo la Norma Mexicana NMX-FF-058-SCFI-2006 y se expresó en Newtons (N).

Para determinar los sólidos solubles totales (SST) expresados como °Brix, pH y acidez titulable (% ácido cítrico) se homogenizaron 10 g de pulpa fresca y se ajustaron a un volumen final de 50 mL con agua destilada. Para la acidez se siguió el método volumétrico y los °Brix se determinaron con un refractómetro (ATAGO: 0- 32 %), el pH se determinó con un potenciómetro (Thermo Orion); metodologías basadas en la AOAC (1990).

Se realizó el análisis de varianza ($\alpha= 0.05$) y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SAS System versión 9.0 y SigmaPlot 12.0.

Resultado y discusión

La pérdida de peso a los dos días después de la cosecha (ddc) no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, en los siguientes días el tratamiento con menor pérdida de peso y estadísticamente diferente a los otros fue el Trat B (Figura 1).

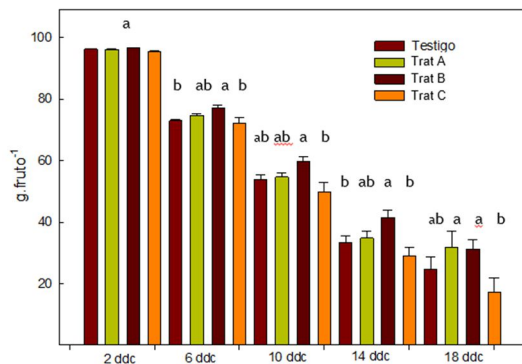


Figura 1. Pérdida de peso de frutos de mango cv ‘Ataulfo’ tratados con AVG en precosecha.

La menor disminución de firmeza en el fruto se presentó en el Trat C (Cuadro 1), solo aplicaciones externas de ciertos procedimientos pueden disminuir la velocidad de ablandamiento (Omboki *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Cambios en la firmeza en frutos de mango cv ‘Ataulfo’ con AVG en precosecha.

Trat.	Días después del corte				
	2	6	10	14	18
Test	67.0 c*	54.9 b	25.5 b	20.1 b	11.8 c
Trat A	70.0 bc	57.3 b	25.0 b	22.1 b	15.8 b
Trat B	73.3 ab	68.5 b	27.4 b	20.8 b	18.5 a
Trat C	78.1 a	86.9 a	43.6 a	25.5 a	19.7 a

En cambio, los SST se acumularon menos en el Trat C comparado al resto de los tratamientos a los 6 y 10 ddc. Los SST son una estimación de azúcares totales, y en mango ‘Ataulfo’ es una característica muy atractiva (Cancino-Vázquez *et al.* 2020), y la aplicación de AVG disminuye los SST destacando el Trat C.

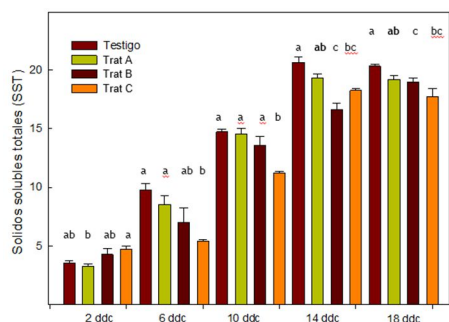


Figura 2. Comportamiento de los SST de frutos de mango cv 'Ataulfo' tratados con AVG en precosecha.

El pH de los frutos que se aplicaron el AVG de forma exógena, presenta resistencia a su aumento, siendo el Trat C con la mayor resistencia durante los primeros 14 ddc.

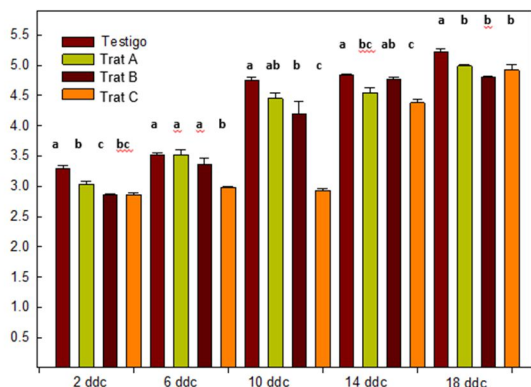


Figura 3. Dinámica del pH en frutos de mango cv 'Ataulfo' tratados con AVG en precosecha.

La acidez está relacionada inversamente proporcional con los SST, caso contrario con el pH; al tener mayor pH mayor es el contenido de acidez y, en este caso los tratamientos B y C obtuvieron el mayor contenido de acidez durante los primeros seis ddc, separándose el Trat C al día 10 (Figura 4).

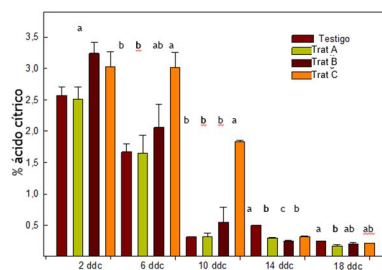


Figura 4. Porcentaje de ácido cítrico en frutos de mango cv 'Ataulfo' tratados con AVG en precosecha.

La relación de °Brix/acidez de los frutos de mango cv 'Ataulfo' a los seis ddc están por debajo de 15 e incrementa a partir de los 10 ddc, destacando los tratamientos A, B (Figura 5).

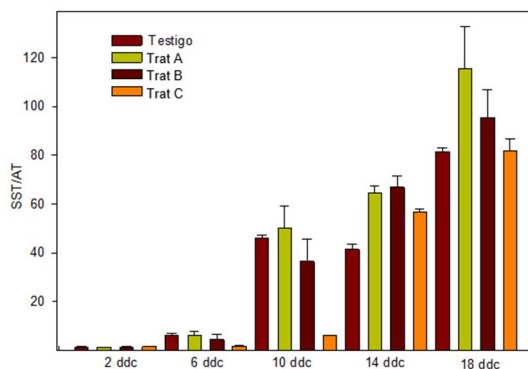


Figura 5. Índice de sabor de frutos de mango cv 'Ataulfo' tratados con AVG en precosecha.

Conclusión

El incremento de la dosis de AVG prolonga la firmeza del fruto de mango cv 'Ataulfo', incrementa la acidez y disminuyen los sólidos solubles totales.

Literatura citada

- Cancino Vázquez, R., Salvador Figueroa, M., Hernández Ortiz, E., Grajales Conesa, J. and Vázquez Ovando, A. (2020). Gamma irradiation of mango 'Ataulfo' at low dose: Effect on texture, taste, and odor fruit. *Food Science and Technology Research*, 26(1), 59-64.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2016). *Climatología. Mapa*. <https://www.inegi.org.mx>.

- Ozturk, B., Ozkan, Y., Altutans, E., Yildiz, K. and Saracoglu, O. (2013). Effect of aminoethoxyvinylglycine on biochemical, physicomechanical and colour properties of cv. Braeburnapples. *Ciências Agrárias*, 34(3), 1111-1120.
- Yu, Y.B., Adams, D.O. and Yang, S.F. (1979). 1-Aminocyclopropanecarboxylate synthase, a key enzyme in ethylene biosynthesis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 198(1), 280-286.

Distribución espacial y temporal de la precipitación efectiva para el estado de Tabasco, México

González-Mancillas, Rigoberto^{1*}; Ventura-Hernández, Marina Brígida²; Hernández-Árguez, Reyna Imelda²; Ventura-Hernández, Ángel Sixto²; González-Mancilla, Apolinar³; Vázquez-González, Abieser⁴ y García Elías, Gilberto²

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP). Av. Tecnológico No. 21, San Bartolo Tuxtepec, Oaxaca. ²Instituto Tecnológico de Torreón (ITT) – División de Estudios Investigación y Posgrado (DEPI). ³Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Km 30, Carretera Gómez Palacio a Tlahualilo, Durango. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental. Km 6. CP. 63300. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. *Autor responsable: rgonzalez@colpos.mx

Resumen

El estado de Tabasco tiene una precipitación media mayor a los 2000 mm anuales, sin embargo, en épocas secas posee un déficit y no satisface las necesidades hídricas para la agricultura de temporal; es por ello que nuestro objetivo fue, estimar la distribución espacio-temporal de la precipitación efectiva anual y para dos ciclos agrícolas, en el estado de Tabasco. Para ello se utilizó datos de precipitación media anual de 40 estaciones meteorológicas, obtenidas de la base de datos del programa ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica) y actualizada con datos del Servicio Meteorológico Nacional. Los datos seleccionados de cada estación meteorológica se ajustó el modelo propuesto por FAO y con ello se estimó la precipitación efectiva (PE), así como su distribución espacial. La distribución espacial de la PE para el ciclo primavera – verano la región de la Chontalpa posee los valores más bajos (107.98 – 481 mm), por ende, tiene un déficit hídrico, en contraste los valores mayores se ubican en la Región de la Sierra y Ríos (666.6 – 1227.2 mm).

Palabra clave: Déficit hídrico, ciclo agrícola, riego de auxilio.

Introducción

La precipitación es el elemento meteorológico más importante en una cuenca hidrológica, ya que da lugar a fenómenos opuestos, como las sequías e inundaciones; junto con la infiltración, evaporación y evapotranspiración, configuran el clima en una determinada zona. (Calvalcati *et al.*, 2006) menciona que, en las regiones tropicales, la lluvia es variable, tanto en el espacio geográfico como en el tiempo. Así se tienen zonas muy humedad, con precipitaciones mayores de 10 000 mm, y otras secas, con menos de 100 mm en promedio (Méndez *et al.*, 2008). Debido a su distribución

irregular de la precipitación se han realizado diversas investigaciones para comprender mejor, debido a que la precipitación pluvial es la principal fuente de agua para la producción agrícola en la mayor parte del mundo (Dastane 1975) y se constituye como el principal contribuyente para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos (Meseth y Yu 2014). Pérez (2007) dedujo que la precipitación efectiva indica la fracción de agua de lluvia que realmente se infiltra en el suelo y que, por lo tanto, se encuentra disponible para el cultivo. Estudio realizado por Olmedo (2017) estimo la Precipitación Efectiva (PE) a través del software Cropwat 8.0, para cada uno de los módulos de riego en los cuatro años agrícolas analizados, lo cual proporcionó el aprovechamiento real de las precipitaciones en los cultivos.

El estado de Tabasco tiene una precipitación media mayor a los 2000 mm anuales, sin embargo, en épocas secas posee un déficit hídrico y no satisface las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas, es por ello, que nuestro objetivo fue, estimar la distribución espacio-temporal de la precipitación efectiva anual, así para los ciclos agrícolas de primavera -verano y otoño -invierno, para el estado de Tabasco, México.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estado de Tabasco se ubica geográficamente en la región sureste de la República Mexicana, entre las latitudes 18°38' y 17°15' N y las longitudes 90°38' y 94°07' W, consta de una superficie de 24.751 km², presenta una temperatura media de 28 °C y con precipitación media mayor a 2000 mm anuales (Figura 1a) (CONAGUA, 2018). Los climas cálido húmedo con lluvias todo el año (Af), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) y cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw) son los predominantes en el estado (García, 2004).

Estaciones meteorológicas seleccionadas. Se utilizó la base de datos del programa ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica) (IMTA, 2009) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2017). En estas bases de datos se reportan 102 estaciones meteorológicas, de las cuales 50 % de ellas se encuentran operando. Sin embargo, para nuestro estudio únicamente se seleccionó 40 estaciones debido a que cumplieron ciertos criterios estadísticos como son aleatoriedad, independencia y homogeneidad (Campos, 2008).

Estimación de la precipitación efectiva (PE). Con los datos seleccionados se estimó la precipitación efectiva anual, considerando los 12 meses del año, para el ciclo primavera – verano

se consideró la precipitación media de febrero a julio y de agosto a enero para el ciclo otoño invierno (SAGARPA, 2017).

Para conocer la precipitación efectiva del promedio anual y de los ciclos primavera-verano, otoño-invierno, se consideró el 75% de confiabilidad. Para ello se calculó el índice de precipitación de cada dato (I_p), con base en la siguiente formula propuesto por FAO.

$$I_p = \frac{p}{P} \quad \text{Ecu. 1}$$

Dónde: p = es el dato de precipitación de cada año y P = es el promedio de precipitación anual.

Una vez estimado el índice de precipitación para cada dato histórico de precipitación se calculó la probabilidad de ocurrencia (Pr) mediante la fórmula de Hazen, 1914.

$$Pr = \frac{2 \times m - 1}{2 \times N} \times 100 \quad \text{Ecu. 2.}$$

Donde m es el número de orden de cada valor de precipitación anual, y N es el número de años de la serie de datos.

Distribución espacial de la PE. Para conocer la distribución espacial de la PE se empleó el método de interpolación Inversa Distancia al Cuadrado (IDW), incluido dentro del programa ArcMap 10.2 (ESRI, 2009), dicho método ha sido ampliamente utilizado para interpolar variables meteorológicas (Gutiérrez *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2010).

Resultados y discusión: En la Figura 1b se presenta la distribución espacial de la precipitación efectiva anual, los datos mínimos variaron de 1 352. 9 a 1 803.76 mm, localizadas en la mayor parte del estado de Tabasco. Sin embargo, los valores máximos de 2 705.41 a 3 156.24 mm se presentaron en la Región Sierra y una pequeña parte de la región de la Chontalpa.

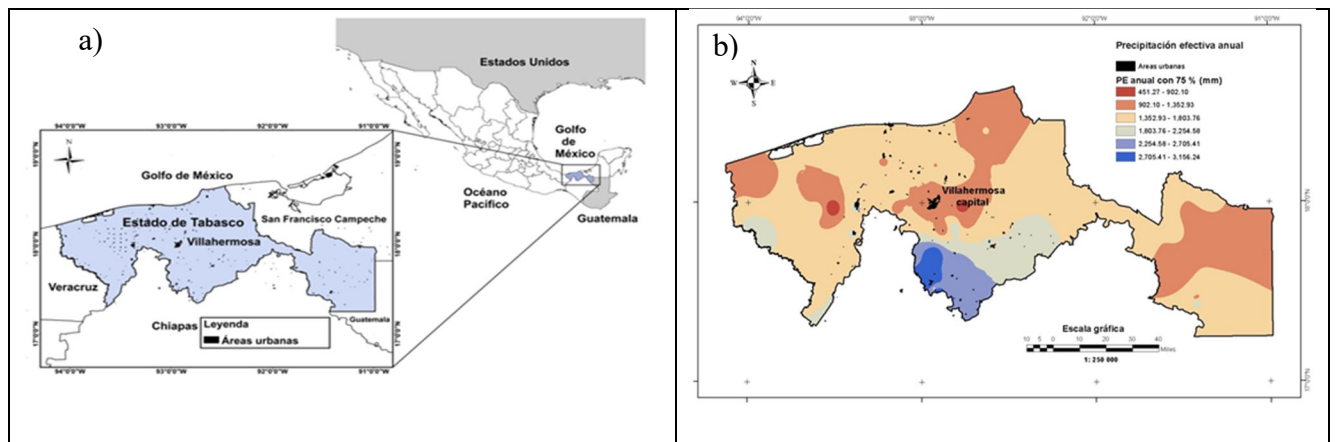


Figura 1. a) Ubicación geográfica del estado de Tabasco b) Distribución espacial de la precipitación efectiva anual. En la Figura 2a se presenta la distribución espacial de la PE para el ciclo agrícola primavera - verano, sus valores fluctuaron de 107.98 a 1227.22 mm, distribuidas de manera regular en todo el estado, sin embargo, los valores más altos se localizan en la Región Sierra. Para el ciclo otoño – invierno la PE asilaron con un rango de 326.26 a 2 307.33 mm, donde los valores mas altos se localizan en la Región Sierra, disminuyendo gradualmente en todo el estado. Diversos estudios realizados afirman que la PE es una herramienta útil para conocer las necesidades de riego de auxilio en la agricultura de temporal, así como en cultivos perennes (FAO, 2007 y Campos, 2008).

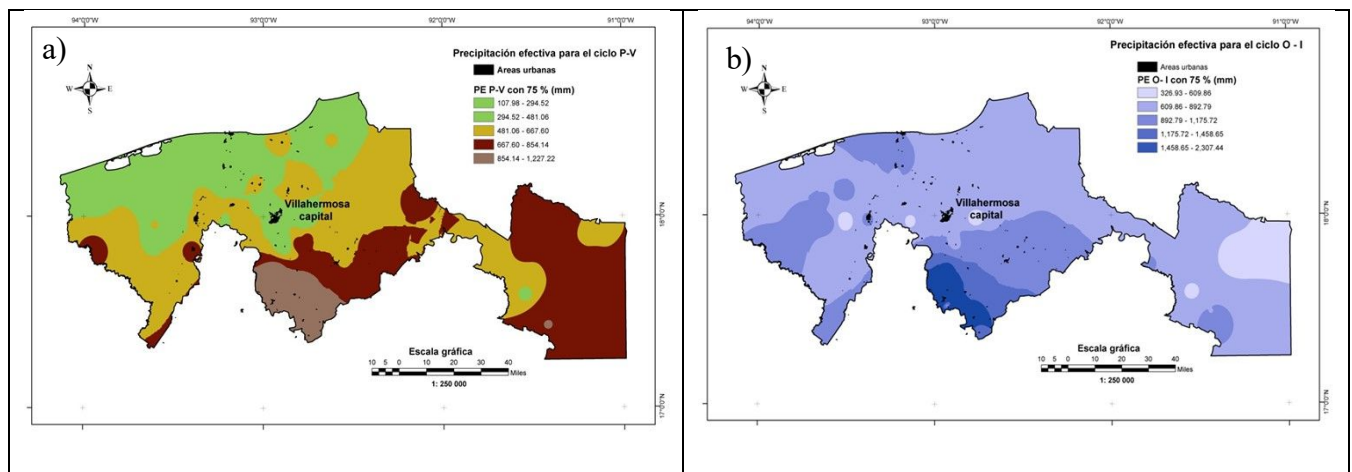


Figura 2. Distribución espacial de la precipitación efectiva del ciclo a) primavera - verano b) Otoño – Invierno.

Conclusión

La PE es una herramienta útil para conocer las necesidades de riego de auxilio en zonas con déficit hídrico, así como también de establecer drenaje agrícola en zonas con exceso de agua. El ciclo primavera – verano la región de la Chontalpa posee los valores más bajos (107.98 – 481 mm), por ende, tiene un déficit hídrico, en contraste los valores mayores se ubican en la Región de la Sierra y Ríos (666.6 – 1227.2 mm).

Literatura citada

Dastane, N. (1975). Effective rainfall in irrigated agriculture. 2da edición. Roma, Italia: FAO, Irrigation and Drenaje Paper N° 25. 62 p.

- Campos-Aranda, D. F. (2008). Estudio de la precipitación máxima diaria anual en la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa), con base en Distancias Euclidianas. *Investigaciones Geográficas*, 65, 56 - 67.
- Cavalcanti, E. P., Silva, V. de P. R. da, & Sousa, F. de A. S. (2006). Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 10, 140 - 147.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), (2018). Estadística del agua en México, Ed. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 185 p.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, núm. 6. México, DF. 90 p.
- Gutiérrez L. J., Vargas T. V., Romero R. M., De la Cruz, P., Manuel, J., Aguirre B. M. D. J., & Espinoza, H. T. S. (2011). Períodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. *Investigaciones Geográficas*, 76, 20 - 33.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). (2009). ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0. [cd-rom]. Jiutepec, Mor. México.
- Meseth, E. y Yu, J. (2014). Mejora en los calendarios de cultivo para agricultura de secano en ceja de selva. *Scientia Agropecuaria* (5): 187-197.
- Méndez G. J.; C. J. Navarro y González, O. V. (2008). Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. *Investigaciones Geográficas*, 65, 38 - 55.
- Olmedo, V. V. M. (2017). Determinación de indicadores de gestión en los módulos del Distrito de Riego no. 041, Río yaqui (sonora, México). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de Agronomía.
- Pérez, U. L. 2007. Aplicación de los indicadores para el análisis de las acciones de mejora en zonas regables y para el desarrollo de un modelo de gestión integral del agua de riego. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España. Departamento de Agronomía.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2014). Normales climatológicas. Recuperado de: [\[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75\]](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75) (Consultado en septiembre 2017)].

Yang, T., Shao, Q., Hao, Z. C., Chen, X., Zhang, Z., Xu, C. Y. y Sun, L. 2010. Regional frequency analysis and spatio-temporal pattern characterization of rainfall extremes in the Pearl River Basin, China. J. Hydrol., 380(3), 386 – 405.

Rizogénesis en microestacas de *Stevia rebaudiana* Morita II con ácido indolbutírico en condiciones hidropónicas.

Patricia del Carmen Paredes Suárez¹, Nicolás González Cortés¹, Román Jiménez Vera¹, Ana Laura Luna Jiménez¹, Arely Bautista Gálvez².
¹ División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (UJAT). ²Facultad Maya de Estudios Agropecuarios (UNACH).
Autor de correspondencia:

Resumen

La *Stevia* por sus propiedades terapéuticas puede contribuir en la salud humana, pues varios estudios demuestran que puede tener efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo II, ya que posee glicósidos denominados esteviósidos y rebaudiósidos, con propiedades edulcorantes sin calorías.. El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema eficiente de producción de plantas de *Stevia rebaudiana* Morita II a través de la inducción de rizogénesis en microestacas con ácido indolbutírico en condiciones hidropónica por su importancia comercial a nivel mundial. Se encontró a los 22 días, el ácido indolbutílico (AIB) tuvo un efecto significativo (α 0.05) en la generación de rizogénesis en microestacas de *Stevia*, se reflejó un 100 % de aclimatación a suelo, lo cual es una alternativa sustentable para el desarrollo regional para para productores interesados en la producción de planta de *Stevia*.

Palabras Claves. *Stevia rebaudiana*, microestacas, ácido indolbutírico, sistemas hidropónicos

Introducción

Stevia rebaudiana Bertoni, de la familia Asteraceae, es conocida como “yerba dulce” por poseer un edulcorante natural. Sus propiedades provienen de la presencia de glicósidos diterpenos denominados esteviósidos y rebaudiósidos (Alvarenga y Salazar, 2015). La propagación por semillas no permite la producción de poblaciones homogéneas, lo que genera una gran variabilidad en características importantes como los niveles de edulcoración y la composición (Sairkar, Chandravanshi, Shukla y Mehrotra, 2009). El porcentaje de germinación de las semillas es entre el

10 y el 38 % (Salvador, Sotelo y Paucar, 2014), además de la dificultad para cosechar la semilla y los altos grados de variabilidad genética (Suárez y Quintero, 2014); factores que limitan la propagación de la planta por esta vía. Por ello es importante aplicar nuevas estrategias agrobiotecnológicas de propagación de esta especie (Pereira *et al.*, 2015). Sairkar, et al. (2009) menciona que el edulcorante es no fermentable ni decolorante, que mantiene la estabilidad al calor a 100 ° C y presenta una larga vida útil. El producto se puede agregar al té y café, productos cocinados u horneados, alimentos procesados y bebidas. Además, afirman que el esteviósido es de especial interés para las personas diabéticas con hiperglucemia y conscientes de la dieta, es por ello la importancia de cultivarla.

La propagación vegetativa se realiza a partir de algún órgano de la planta, como el tallo, una hoja, parte de la raíz, etc. La progenie es idéntica, genética y morfológicamente, a la planta madre (Zarate, 2014). Uno de los estimulantes a la rizogénesis del enraizamiento es la auxina, ácido indolbutírico (AIB), el cual tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta (Hernández, Aramendiz y Cardona, 2004). El objetivo del trabajo es Desarrollar un proceso sustentable de producción de planta de stevia variedad morita II (*Stevia rebaudiana*) a través de rizogénesis de microestacas con ácido indolbutírico en microsistemas hidropónicos.

Material y método

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el vivero de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, (UJAT). Las plantas madre de stevia variedad morita II, se adquirieron en un vivero comercial. El acondicionamiento de las plantas, se realizó fertilizando vía foliar, aplicando fungicida y bactericida cada tres días durante 12 días. Se cortaron segmentos apicales (microestacas) de 8 ± 1.22 cm de longitud, los segmentos se aplicó fungicida Prozycar® durante 5 min, después en después con alcohol al 70%. Para determinar el efecto significativo del enraizamiento con ácido indolbutírico (AIB) en los meristemas de stevia en condiciones de hidroponía se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado de un factor (enraizamiento) compuesto por 8 tratamientos (concentraciones de IBA) con 10 repeticiones. El primero de ellos fue considerado como testigo (solución nutritiva sin el AIB), los demás con diferentes concentraciones de AIB. Las unidades experimentales fueron las canaletas de hidroponía

con la solución nutritiva 0.2%, se ajustó el pH a 6.54. Para inducir en los meristemas a enraizamiento se evaluó con ocho concentraciones de Indol-3-ácido butírico (IBA). Se tomaron las puntas meristemáticas de 8 ± 1.22 cm y se colocaron en las respectivas canaletas. Las variables de respuesta fueron las siguientes: porcentaje de microestacas enraizadas, número de raíces por planta, longitud de raíces y % de aclimatación en diferentes sustratos orgánicos. Para determinar el efecto significativo del enraizamiento con ácido indolbutírico en los meristemas de stevia en condiciones de hidroponía entre tratamientos se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA). Las diferencias significativas fueron determinadas con la prueba de Tukey a un nivel de significancia $\alpha < 0.05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el programa de Olivares ver 1.6 (2015).

Para la aclimatación en suelo, las plántulas con raíces fueron sembradas en maceta, con un sustrato que contenía 50% composta (a base de aserrín 70% y estiércol de borrego 30%) con 90 días previos de compostaje más el 50% tierra de campo (tipo arcillosa), mantenidas en el vivero con incidencia controlada de luminosidad con polisombra del 50% y riegos diarios por aspersión o según las condiciones climáticas.

Resultados y discusión

En este trabajo de investigación se pudo evidenciar la factibilidad de la producción de planta de stevia a partir de rizogénesis de microestacas en microsistemas hidropónicos. Esto coincide con García *et al.* (2016) quienes indican que muchas especies vegetales tienen la capacidad de regenerarse vía asexual; sin embargo, mediante la aplicación de agrotecnologías se hacen más eficientes y se generan nuevos tipos de multiplicación. Para la variable de porcentaje de rizogénesis, los resultados arrojaron que el tratamiento 5 con 3 mg.L^{-1} se obteniendo el 100% de enraizamiento, seguido del tratamiento 3 y 4 con un 90% con 1.5 y 2.5 mg.L^{-1} respectivamente, el tratamiento 2 y 6 presentaron el 60% y los demás tratamientos, incluyendo el testigo un 50% de rizogénesis. El máximo número de raíces con 6.8 ± 1.3 por planta, se obtuvo con una concentración de 3.0 mg.L^{-1} de AIB (T5); mostrando la mayor inducción de raíces en los meristemas de stevia para originar una planta independiente. De acuerdo a los tratamientos de baja concentración y alta concentración en el experimento con stevia se observa una respuesta inhibitoria en las concentraciones extremas; Cruz, Melgarejo y Romero (2010) mencionan que una misma hormona

participa en diferentes procesos y, además, dependiendo de su concentración, la misma hormona puede ser estimuladora o inhibitoria de una misma respuesta. El tratamiento 5 fue el de mayor longitud de raíces con 8.2 ± 1.75 con una concentración de 3.0 mg.L^{-1} de AIB. El peor tratamiento fue el 1 (control) con una menor longitud de raíces. En las raíces, que difieren de los tallos en su respuesta a la auxina, una concentración baja estimula el alargamiento, mientras que una concentración un poco más alta inhibe el alargamiento. También estimulan la ramificación de las raíces y se les puede utilizar para hacer que los tallos de las plantas produzcan raíces. Las auxinas en concentraciones extremadamente bajas, se estimula la ramificación de las raíces. La auxina, transportada hacia abajo desde el tallo, estimula a las células del periciclo para que se dividan y formen una raíz secundaria (Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B., 2008).

En cuanto a la aclimatación de plantas obtenidas por rizogénesis en condiciones de hidroponía, se puede observar que de igual forma el mejor tratamiento fue el T5, esto se debe claramente al número y longitud del sistema radicular, esto en comparación con el tratamiento testigo (sin uso de AIB), que por cada 100 microestacas con escasas y pequeñas raíces solo cerca de 20 microestacas sobreviven.

Conclusión

En base a los resultados, se encontró a los 22 días, el ácido indolbutílico (AIB) tuvo un efecto significativo ($\alpha 0.05$) en la generación de rizogénesis en microestacas de stevia. Con 3.0 mg.L^{-1} de IBA se logró inducir el 100 % de las microestacas de stevia a rizogénesis y con el mayor número y longitud de raíces, con 6.8 ± 1.3 y 8.2 ± 1.7 cm, respectivamente, lo cual se reflejó un 100 % de aclimatación a suelo, por lo cual es una alternativa sustentable para productores interesados en la producción de planta de stevia en la región.

Literatura citada

- Alvarenga, S., Salazar, T. (2015). Micropropagación masiva de *Stevia rebaudiana* Bertoni en sistemas de inmersión temporal. Cultivos Tropicales, 36(3), 50-57.
- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2008). Biología. México: Editorial Pearson Educación de México.

- García M.M., Jiménez C.J, Alpízar N.A., Jiménez A.E., Chaverri E.L., Camacho C.M.I. 2016. Inducción de rizogénesis y crecimiento foliar en estacas de nacedero (*Trichanthera gigantea*). Alcances tecnológicos. 11(1):33-40.
- Hernández, Aramendiz, Cardona (2004). Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* aubl.). Temas Agrarios - Vol. 10:(1), enero - junio 2005 (5 - 13)
- Pereira, Alvarenga, Evangelista, Sepúlveda y Rodríguez, (2015). Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni, un Cultivo Promisorio para México. BioTecnología, Vol. 19 No. 2.
- Sairkar, P., Chandravanshi, M.K., Shukla, N. P. y Mehrotra, N. N. (2009). Mass production of an economically important medicinal plant *Stevia rebaudiana* using *in vitro* propagation techniques. Journal Medicinal Plants Reaserch. 3(4), 266-270
- Salvador, Sotelo, y Paucar (2014). Estudio de la *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. Scientia Agropecuaria 5, 157 – 163.
- Suarez y Quintero (2014). Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni, un endulzante natural a través de explantes con meristemas pre-existentes. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XVI No. 1 Julio 2014 29-33.
- Zarate M. A. (2014). Manual de Hidroponía. Universidad Nacional Autónoma de México.
Recuperado de:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.
- Paquete estadístico versión 1.6. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Evaluar la factibilidad de la propagación vegetativa de teca (*Tectona grandis* L.) de cuatro clones empleando dos tipos de estacas bajo cuatro concentraciones de hormona (AIB) en vivero.

Laura Jacquelin Hernández Esponda¹, Marynor Elena Ortega Ramírez^{1*}, Nicolás González Cortés²

¹Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4 C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México. ²División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (UJAT).

Autor de correspondencia: marynor.ortega@unach.mx

Resumen

La teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie considerada valiosa por la calidad de su madera. La introducción de técnicas para la propagación vegetativa (en condiciones de invernadero y/o hidroponía) dando como resultado plantaciones homogéneas con características fenotípicas deseables en corto tiempo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la propagación de teca, usando la técnica de miniestacas bajo cuatro concentraciones de hormonas (AIB). Además, este tipo de propagación permite la comercialización y transporte de las plantas así producidas con menores restricciones y menores posibilidades de pérdida de materiales. Para poder determinar el porcentaje de enraizamiento por cada tipo de tratamiento, evaluando las variables (% de enraizamiento, tiempo, formación de callos, número de raíces activas, calidad de plántula y número de hojas) de la propagación Clonal para determinar dosis adecuada de hormonas (AIB), para cada tipo de estacas, y así mismo evaluar el mejor clon para el proceso de propagación por estaquia.

Palabras clave: Propagación vegetativa, miniestacas, hidroponía, fenotípica, *Tectona grandis*.

Introducción

Teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie forestal originaria de la India, Birmania, Tailandia, Java e Indonesia. Es un árbol de 25 a 30 m de altura, fustes con un diámetro mayor de 29 cm y hasta un metro. En México tiene una distribución en lugares de origen Bosque tropical caducifolio (Bosque decido). (CONAFOR & CONABIO, Paquetes Tecnológicos; *Tectona grandis* L., 2000).

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). Esto se debe a que la información genética y las propiedades fisiológicas de producir una nueva planta con iguales características de

la planta madre (Rojas, García, & M, 2004). Zobel y Talbert, (1988) menciona que la propagación clonal o asexual en forestal es una herramienta que usa partes vegetativas para multiplicarla.

Uno de los principales inconvenientes para la propagación por estacas, es la selección de clones con características sobresalientes que pueda ser usado como plantas madres; una mejor metodología de propagación (Gárate, 2010).

En la siguiente investigación de propagación vegetativa de la especie *T. grandis* por estaquía convencional o macroestaquía, se llevó a cabo para probar en esta especie la capacidad de enraizar estacas de dos tipos (Apical y Secundaria) con cuatro concentraciones diferentes de ácido indolbutírico (AIB) como regulador de enraizamiento y 4 clones operativos, bajo condiciones de invernadero. Para poder determinar el porcentaje de enraizamiento por cada tipo de tratamiento, evaluando las variables (% de enraizamiento, tiempo, formación de callos, número de raíces activas, calidad de plántula y número de hojas) de la propagación Clonal para determinar dosis adecuada de hormonas (AIB), para cada tipo de estacas, y así mismo evaluar el mejor clon para el proceso de propagación por estaquía.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

Se llevó a cabo en el vivero de la empresa PROTEAK UNO S.A.B. DE C.V; ubicado a 16 km sureste del municipio de Emiliano Zapata, Tabasco; cuyas coordenadas son: E 644696.02 y N 1953748.86, a una altitud 37 m.

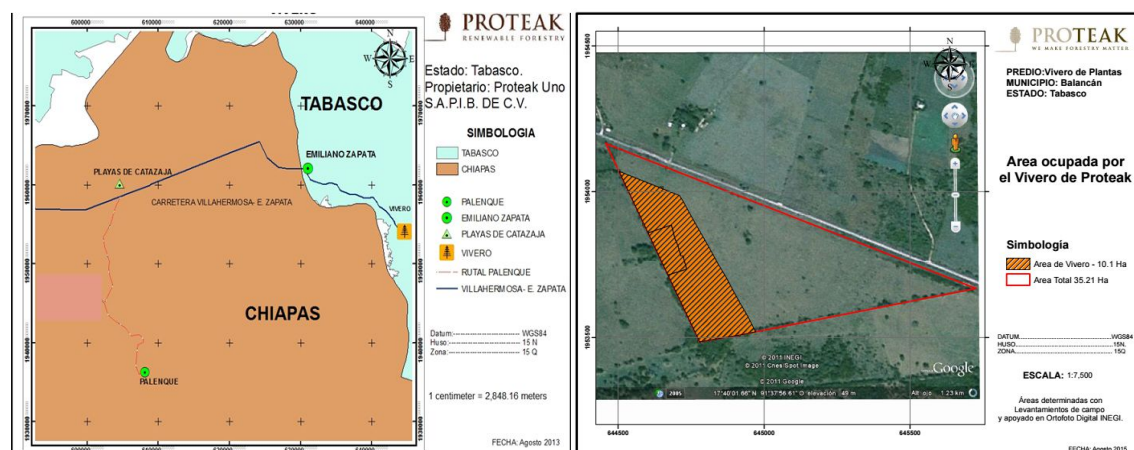


Figura 1. Ubicación del vivero.

El periodo del ensayo fue de tres meses del 06 de mayo al 06 de agosto de 2018, con la extracción de las estacas desde Jardín Clonal Virtual hasta salida a campo de esta.

Preparación de plantas madres

El material vegetativo para el enraizamiento de *Tectona grandis* L. se obtuvo del jardín clonal virtual de la empresa PROTEAK. Para promover la producción de estacas, se hizo el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al enraizado. Previamente se hizo la poda de los clones en hidroponía, para que de esta manera se iniciara con el corte de estacas de calidad para la producción Clonal.

Preparación y Aplicación Hormonal en Base a Ácido Indolbutírico (AIB)

Una semana posterior a la poda, en promedio, según la calidad monitoreada del material vegetal, se inició la preparación de las tres concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) (0, 3000, 6000, 10000 PPM), la dosis de AIB se preparó a partir del ácido indolbutírico químicamente puro diluido en alcohol al 96%, para así obtener la concentración deseada de 3000, 6000 y 10000 ppm. Dejando incorporar el alcohol poco a poco para mezclar de manera que se hiciera una pasta color capuchino, esto mismo para que el ácido indolbutírico reaccionara, al final la mezcla se dejó en un recipiente para que secara por dos días. Mismo producto se dejó en un lugar seco para evitar que se humedeciera.

Colecta y preparación del material vegetal

Se recolectaron estacas apicales y secundarias a primeras horas de la mañana, mismas que se colocaron en un recipiente con agua para evitar el estrés hídrico que pudieran tener desde la corta hasta el establecimiento del ensayo. Dicha actividad se llevó a cabo con tijeras de mano, mismas que se desinfectaron con alcohol de 96%.

Sustrato y Establecimiento de los Ensayos

El sustrato empleado es el operativo de la empresa, constituido por un 70% Peat Moss (Premier) y 30% vermiculita, se adiciona 3.5 kg de fertilizante de liberación lenta por metro cubico de sustrato, agregando agua para mezclar los insumos. Preparado el sustrato se procede al llenado de charolas

con tubetes. Una vez tratadas las miniestacas se plantaron a una profundidad de 2 a 2.5 cm en el sustrato Peat Moss (Premier) de 50 x 95 mm, se llevaron a cámara húmeda (por 30 días).

Diseño experimental. En un arreglo factorial 4 x 4 x 2 con distribución completamente aleatorizado, da origen a 32 tratamientos con 3 repeticiones.

Factores:

4 clones (A-1 Brasil, A – 3 Brasil, 70 Costa Rica, 77 Costa Rica)

4 concentraciones de AIB (0, 3000 PPM, 6000 PPM, 10000 PPM)

2 tipos de estacas (apical, estaca secundaria)

Análisis estadísticos

Se contaron las raíces adventicias que se produjeron en la base de las diferentes miniestacas. Los datos recolectados para cada variable fueron tabulados con el programa Excel y posteriormente se realizó un el análisis estadístico vía paramétrica con **SPSS** statistics versión 22 para análisis de la varianza (ANDEVA) y prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias.

Resultados y discusión

La fiabilidad del instrumento aplicado para las variables medidas en el grado con que él que se mide el hecho de si es capaz de dar validez a los resultados, tal como se observa en el cuadro 3 de estadísticas de fiabilidad el Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados es de 0,908; lo cual indica que el instrumento aplicado con alta fiabilidad da validez de los resultados obtenidos en la evaluación de la propagación clonal de Teca con cuatro concentraciones de AIB y dos tipos de estacas (apical y secundaria).

Cuadro 1. Estadística de fiabilidad.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.858	0.908	8

La comparación que existe de medias para las variables medidas a las 4 concentraciones de AIB + el testigo (000, 3000, 6000 y 10000 PPM) y los grupos homogéneos constituidos por cada uno; donde se observa que para enraizamiento se formaron 2 grupos homogéneos, donde el testigo constituyen el mejor grupo (a) y las otras 3 concentraciones constituyen el segundo grupo (b).

Cuadro 2. Comparación de medias para las variables medidas a los tratamientos con 4 concentraciones de hormonas AIB, en el Ensayo de propagación vegetativa de teca (*Tectona grandis* L. f.).

Concentración	Enraizamiento	N° Raíz	N° de Brote	Alt	N° hojas	Vellosidad	Flexibilidad	Callo
1	1.09a	1.01a	0.76ab	1.29a	2.02a	0.98a	1.03a	0.89a
2	0.89 b	1.03a	0.81a	1.43a	1.97a	1.02a	1.05a	0.71 b
3	0.87 b	1.07a	0.73ab	1.24a	1.67 b	0.89a	0.89 b	0.63 b
4	0.93 b	1.19a	0.71 b	1.24a	1.93a	0.89a	0.95ab	0.64 b

a,b: Grupos homogéneos estadísticamente diferentes.

Respecto a la aplicación de reguladores de crecimiento, algunos estudios señalan que estacas tratadas con AIB no responden al proceso de rizogénesis (Puig 2003). Por su parte, Latsague *et al.* (2008) al usar la misma concentración hormonal informan 50% de enraizamiento en *Berberidopsis corallina* Hook. f. El efecto positivo de concentraciones bajas de AIB coincide con lo informado por Chávez *et al.* (2000), quienes al trabajar con estacas de *Fuchsia magellanica* Lam., obtuvieron mejores resultados con concentraciones de 100 y 400 mg L⁻¹ de AIB.

La concentración hormonal influye en el número de raíces formadas, se observa variabilidad con el aumento de la concentración de auxinas. Así mismo (Kozłowski T, 1991) señalan que la utilización de dosis adecuadas de reguladores de crecimiento es muy importante, puesto que las concentraciones óptimas varían con las especies estudiadas. El porcentaje de sobrevivencia total obtenido en *T. grandis* es comparable con resultados obtenidos por Doll *et al.* (2003).

La aplicación de AIB tuvo un efecto positivo en el enraizamiento de las estacas apicales, pero estimuló la formación de raíces en las estacas secundarias. Lo que podemos obtener es que la concentración óptima de AIB que se debe utilizar en las estacas de teca, por lo que el uso de esta auxina fue un factor óptimo de aceleración en la formación y crecimiento inicial de las raíces adventicias en las estacas. En cambio, la concentración de AIB mayor no fue un factor determinante en la capacidad de enraizado de los dos tipos de estacas utilizados (apical y secundaria) y de los cuatro clones.

Conclusiones

Es factible la propagación vegetativa de teca, empleando tanto estacas apicales como secundarias. Siendo la estaca apical la que produce mejor calidad de brotes y hojas; las estacas secundarias producen mayor cantidad de raíces.

En relación con el porcentaje de enraizamiento, se recomienda utilizar AIB en concentración de 6000 PPM para el estaquillado de *T. grandis*. Una vez finalizado el proceso de evaluación, las plántulas obtenidas por miniestacas se transportaron al patio, donde se colocaron a pleno sol y siendo empleadas actualmente como plantas madres.

Literatura citada

- CONAFOR, & CONABIO, Y. (2000). Paquetes Tecnológicos; *Tectona grandis* L. *SIRE*, 01-09.
- Gárate, M. H. (2010). *"Técnicas de propagación por estacas"*. Tesis de Licenciatura en Agonomía. Ucayali, Perú.: Universidad Nacional de Ucayali.
- Kozłowski T, P. K. (1991). The physiological ecology of woody plants. *Scielo*, Academic Press. 657 p. Chile.
- Nicolás Cruz Rosero, J. M. (2008.). Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB). *Artículo en Ciencia y Tecnología*, 1: 7-10.
- Puig, M. (2003). *Enraizamiento de estacas de guindo ácido (Prunus cerasus L.), cerezo Santa Lucía (Prunus mahaleb L.) y cerezo dulce (Prunus avium L. cv. Bing)*. Tesis de Licenciatura. . Chillán, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Concepción. 40 p.
- Rojas, S., García, J., & M, A. (2004). *Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Colombia.: Ed. Produmedios. 7; 56p.

Determinación y cuantificación de metales pesados y acaricidas en mieles producidas en el estado de Tabasco

Almeida Córdova, Jesús Irán¹; Álvarez Sánchez, Christian Orlando, Reyes Rosas, José Luis²; Sauri Duch, Enrique³, Sol Sánchez, Angel¹; y Zaldívar-Cruz, Juan Manuel^{1*}

¹Colegio de Postgraduados; ²Federal Química S.A DE C.V. ³Instituto Tecnológico Nacional, Campus Mérida
*zaldivar@colpos.mx

Resumen

Se determinó y cuantificó la presencia de metales pesados y residuos de acaricidas en las mieles obtenidas de apiarios localizados en las diferentes zonas fisiogeográficas del estado de Tabasco. Estos análisis se realizaron mediante digestión por vía microondas, para cuantificar Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Arsénico (As) por Espectroscopía de Absorción Atómica por Horno de Grafito, mientras que para el Mercurio (Hg) se empleó la técnica de Absorción Atómica por Vapor Frío. Mientras que para la detección de residuos de acaricidas amitraz y cumafós se realizó a través de Cromatografía Líquida (UHPLC). Se detectó presencia de residuos de cumafós en dos muestras y en once se encontraron residuos de amitraz. Para el caso de la presencia de residuos de metales pesados, los límites de detección estimados para el As, Cd, Pb y Hg fueron de 2.0 µg/L, 2.0 µg/L, 2.0 µg/L y 0.4 µg/L, respectivamente. Los contenidos de estos metales en las muestras de mieles se encontraron por debajo de estos límites y del establecido por la NOM-127-SSA1-1994.

Palabras clave: Absorción atómica, Horno de grafito, Vapor frío, Digestión ácida, cumafós, amitraz.

Introducción

La miel es una sustancia dulce y viscosa, producida principalmente por las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) a partir del néctar de diferentes flores y secreciones de plantas o insectos succionadores de plantas (Pohl et al., 2008). La tendencia actual del mercado internacional de la miel se presenta cada vez con mayores exigencias en cuanto a calidad e inocuidad, por lo que es necesario promover todas las acciones posibles para producir mieles libres de residuos tóxicos (Montenegro et al., 2008). La contaminación industrial, tecnológica, agropecuaria, minera y el uso indiscriminado de diversos fertilizantes químicos en el suelo con metales pesados provocan riesgos

potenciales en las mieles y podrían originar serios problemas en la salud humana y animal (Londoño et al., 2016).

Los metales pesados presentes en la atmósfera pueden depositarse en las abejas y ser transportados a la colmena en el polen, o absorbidos junto con el néctar de las flores (Singh et al., 2014). La escasa información en México sobre el contenido de metales pesados en mieles hace necesaria la investigación sobre este tema. Por otro lado, con la finalidad de evitar pérdidas económicas, debido a la presencia de Varroa, los apicultores tratan sus colonias con acaricidas, estos contaminantes son abundantes en el ambiente de la colmena porque se introducen deliberadamente como acaricidas terapéuticos para controlar este ácaro, lo cual implica un riesgo de contaminación directa de la miel y otros productos de la colmena que en última instancia pueden afectar la salud humana (Kamel y Ghamdi, 2006, Rial-Otero et al. 2007) por lo que en muchos países se han fijado los niveles máximos de residuos (LMR) en la miel para proteger a los consumidores (Korta et al., 2001). La presencia de residuos de acaricidas en estos productos puede disminuir su calidad y devaluar sus propiedades, además de poner en peligro la salud humana. Por lo tanto, es de suma importancia vigilar los niveles de acaricidas en estos productos alimenticios únicos (Bargańska y Namieśnik 2010). Por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de metales pesados (As, Cd, Hg y Pb) y la presencia de residuos de acaricidas, en las mieles producidas en el estado de Tabasco.

Materiales y métodos

Recolección de muestras

Se colectaron 60 muestras de miel de los diferentes apiarios localizados en los municipios de Centla, Comalcalco, Cárdenas, Huimanguillo, Paraíso y Tenosique del estado de Tabasco; tomando 500 mg de miel directamente de las colmenas, durante los meses de Abril-Julio del 2019.

Preparación de las muestras

Se empleó 0.5 g de miel por cada muestra y el método EPA 3015A para la digestión ácida de muestras y soluciones acuosas, por horno de microondas: Los extractos resultantes se disolvieron con agua desionizada y se enrasaron a 100 mL para su análisis mediante Espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito o Espectroscopía absorción atómica de vapor frío.

Curvas de Calibración para As, Cd y Pb.

Las concentraciones utilizadas para las curvas de calibración de As, Cd y Pb fueron: 0, 2, 4, 6, 8 y 10 μgL^{-1} (NOM-117-SSA1-1994). Las lecturas se realizaron en un Espectrofotómetro de absorción atómica (AAnalyst 200 Perkin Elmer, USA), acoplado a una cámara de horno de grafito (HGA 900 Perkin Elmer, USA).

Curva de Calibración para Hg.

Las concentraciones utilizadas del estándar de Hg fueron 0.5 μgL^{-1} , 0.75 μgL^{-1} , 1 μgL^{-1} , 2 μgL^{-1} , 5 μgL^{-1} y 10 μgL^{-1} (NOM-117-SSA1-1994) y se leyeron en un Espectrofotómetro de absorción atómica de vapor frío (FIMS 400 Perkin Elmer, USA).

Determinación de la presencia de metales pesados en las muestras de mieles.

Los extractos resultantes de la preparación de muestras (100 mL) se analizaron mediante Espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito o Espectroscopía absorción atómica de vapor frío.

Área de estudio.

Las muestras de miel se colectaron en apiarios, que se seleccionaron de acuerdo con el Padrón de Apicultores registrados en la SAGARPA (2017). Las muestras se almacenaron hasta su análisis a temperatura ambiente. Las mieles procedían de los apiarios que se encuentran en el municipio de Huimanguillo, Tabasco; que pertenece a la Región de La Chontalpa. Las muestras obtenidas correspondieron a la cosecha de primavera de 2018.

Los reactivos utilizados para los analitos fueron: Agua destilada, N-hexano, 2-propanol, Hidróxido de amonio, Sulfato de sodio anhídrido, Acetona, Acetonitrilo, Metanol, Agua ultrapura, estándares de Amitraz y Cumafós, (Sigma-Aldrich). Todos los reactivos fueron de grado analítico HLPC.

Los plaguicidas que se analizaron fueron cumafós y amitraz, acaricidas comerciales utilizados para el control de Varroa destructor, por medio de Cromatografía Líquida de Ultra Alta Resolución (UHPLC).

Preparación de estándares de amitraz y cumafós. Se pesaron 2.5 mg del estándar y se aforaron a 25 mL con acetona, a concentración de 100 mg/L, se pasaron por el filtro de nailon de 0.45 μm y se almacenaron en un refrigerador a 8 °C, en oscuridad hasta su análisis.

Condiciones Cromatográficas (UHPLC). Se utilizó un UHPLC Dionex Ultimate 3000 series de la marca Thermo Scientific acoplado a luz, UV. Se trabajó con una columna C18, ODS, 5 micras, 4.6mm x 25 cm. Ultrasphere marca Beckman.

Las condiciones cromatográficas: la fase móvil fue acetonitrilo-agua (80:20, v/v) ajustado con hidróxido de amonio 0.28% a pH 9, a una velocidad de flujo de 1 mL min⁻¹. Los compuestos se analizaron en condiciones óptimas, por lo que se usó la longitud de onda de 313 nm para cada analito.

Resultados

Cuantificación de As, Cd, Hg y Pb

La concentración de los metales determinados en las mieles, se encuentran por debajo del límite permisible de acuerdo a la NOM-117-SSA1-1994 (Cuadro 1).

Cuadro1. Comparación de concentraciones en mieles de apiarios y mieles envasadas para los analitos As y Hg.

Municipios	As		Hg	
	Miel de apiario	Miel envasada	Miel de apiario	Miel envasada
Centla	0. 2624	0. 1682	0	0
Comalcalco	ND	ND	0	0
H. Cárdenas	0a	0	ND	ND
Huimanguillo	ND	ND	0	0
Paraíso	0	0	0	0
Tenosique	0	0	0	0

Detección de acaricidas

Se analizaron un total de 11 muestras de miel, de las cuales únicamente dos muestras reportan presencia de residuos de acaricidas de cumafós, y todas reportan presencia de residuos de amitraz (Cuadro 2). A pesar de que la presencia de residuos de cumafós ha sido mínima en las muestras analizadas, cabe mencionar que la cuantificación de éstas, sobrepasan los límites máximos residuales. En el caso de las muestras con residuos de amitraz, la cuantificación de los resultados indica que, están por encima del límite máximo residual que establecen las leyes tanto mexicanas como europeas (SENASICA; Reglamento (CE) n.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del

Consejo y sus modificaciones posteriores; y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Cuadro 2. Concentración de acaricidas en muestras de mieles respecto a los LMR Internacionales

Muestra	Cumafós					Amitraz				
	Promedio mg kg ⁻¹ en miel	Coefficiente de variación	LMR* SENASI CA ¹	LMR CA ¹	LMR USEPA ³	Promedio mg kg ⁻¹ de miel	Coefficiente de variación	LMR SENASI CA	LMR UE	LMR USEPA
M-01	ND					0.7365 ± 0.064	8.6955			
M-02	ND					0.6892 ± 0.026	3.7440			
M-03	0.571 ± 0.049	8.622				0.7869 ± 0.095	12.0733			
M-04	0.639 ± 0.007	1.021				0.9807 ± 0.103	10.4646			
M-05	ND					1.8228 ± 0.030	1.6344			
M-06	ND		0.1 mg kg ⁻¹	0.1 mg kg ⁻¹	0.1 mg kg ⁻¹	0.2707 ± 0.005	1.8198	0.2 mg kg ⁻¹	0.2 mg kg ⁻¹	0.2 mg kg ⁻¹
M-07	ND					0.3172 ± 0.010	3.1427			
M-08	ND					0.3998 ± 0.007	1.7604			
M-09	ND					0.4125 ± 0.029	6.9673			
M-10	ND					0.6137 ± 0.073	11.8488			
M-11	ND					0.7638 ± 0.033	4.3460			

LMR = Límite Máximo de Residuos, ¹SENASICA, (2017), ² Reglamento (CE) n.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo y sus modificaciones posteriores; ³Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2019)

Discusión

Las muestras de mieles del estado de Tabasco tienen menor contenido de metales pesados que los reportados para mieles de la región de Pomerania, Polonia (Przybylowski *et al.*, 2001) y de Croacia (Bilandžić *et al.*, 2011). En este trabajo se encontraron residuos de amitraz en todas ellas, pero cumafós sólo en dos muestras. Es decir, el 81% de las muestras analizadas está libre de cumafós y cumplen los requisitos para ser una miel de calidad, sin embargo, amitraz está presente en todas ellas, en niveles que superan los LMR de las legislaciones europeas, mexicana, y estadounidense.

Conclusiones

Las mieles producidas en el estado de Tabasco presentan concentraciones de metales pesados por debajo de los límites permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas, así como también del Codex Alimentarius y la Unión Europea y algunas presentan residuos de acaricidas que sobrepasan los LMR de la legislación mexicana.

Literatura citada

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) (2019) Electronic Code of Federal Regulations. e-CFR data is current as of May 31, 2019 https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=1&SID=485a131b918913dcb534ec6b17260725&ty=HTML&h=L&mc=true&r=PART&n=pt40.26.180#se40.26.180_1287
- Bilandžić N., Dokic M., Sedak M., Kolanovic B.S., Varenina I., Končurat A. and Rudan N. (2011), Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions, *Food Chemistry*, 128(4), 1160-1164.
- CCAYAC-CR-03/1, “Comisión de control analítico y ampliación de cobertura. Criterios para la validación Interna y Confirmación de métodos fisicoquímicos”.
- Method 3015A (2007). Microwave assisted acid digestion of aqueous samples and extracts. *Washington, DC: Environmental Protection Agency*.
- Londoño-Franco, L. F., Londoño-Muñoz, P. T., & Muñoz-García, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotechnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153.
- Montenegro, G., & Fredes, C. (2008). Relación entre el origen floral y el perfil de elementos minerales en mieles chilenas. *Gayana. Botánica*, 65(1), 122-125.
- NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.
- Pohl, P. (2009). Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 28(1), 117–128.

Przybylowski, P and Wilczyńska, A. (2001). Honey as an environmental marker. Food Chemistry, 74, 289-291.

Reglamento (UE) 2017/623 de la Comisión, de 30 de marzo de 2017, que modifica los anexos II y III del Reglamento (CE) n.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a los límites máximos de residuos del acequinocilo, el amitraz, el cumafós, el diflufenicán, la flumequina, la metribuzina, la permetrina, la piraclostrobina y la estreptomicina en determinados productos (Texto pertinente a efectos del EEE).

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (2017) Tabla de límites máximos de residuos tóxicos y contaminantes 2017. México. 1 p <https://www.gob.mx/senasica/documentos/limites-maximos-de-residuos-toxicos-y-contaminantes?state=published>. Fecha de consulta 10 de enero de 2019

Singh, C., Shubharani, R y Sivaram, V. (2014). Evaluación de metales pesados en miel por espectrómetro de absorción atómica. SJIF, 3(8), 509-515.

Zonificación agroclimática del pasto cuba CT 15 (*Cenchrus purpureus* S.) en el estado de Chiapas, México

González-Mancillas, Rigoberto^{1*}; Vázquez-González, Abieser²; González-Mancilla, Apolinar³; Rivera-Hernández, Benigno⁴ y Vázquez-López Patricia³

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP). Av. Tecnológico No. 21, San Bartolo Tuxtepec, Oaxaca. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo experimental. Km 6. CP. 63300. Santiago Ixcuintla, Nayarit. ³Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Km 30, Carretera Gómez Palacio a Tlahualilo, Durango.

⁴Universidad Popular de la Chontalpa, UPCH, adscrito a la DESICA, Carretera Cárdenas Huimanguillo, km. 2, R/a, Pazo y Playa, CP. 86500, H. Cárdenas, Tabasco.

*Autor responsable: rgonzalez@colpos.mx

Resumen

El pasto Cuba CT – 115 se ha cultivado en diferentes zonas agroclimáticas de nuestro país, difiriendo con ello en su calidad y producción. Por ende, nuestro objetivo fue realizar la Zonificación Agroclimática (ZOA) del pasto clon Cuba CT - 115 (*Cenchrus purpureus Schumach*) para el estado de Chiapas. Para ello se utilizó la metodología propuesta por FAO, que consistió en identificar los requerimientos climáticos del cultivo, análisis de datos de temperatura (máxima, mínima y media) y precipitación, de 130 estaciones meteorológicas. Con base a ello se elaboró mapas mediante Sistema de Información Geográfica (SIG), y se definió cuatro tipos de zonas: Muy Apto (MA), Apto (A), marginalmente Apto (mA) y No Apto (NA) por exceso o déficit térmicos e hídricos. La Zonificación Agroclimática para el pasto CT-115 se identificó 2 788 436 has con aptitud Apta (A), con aptitud Marginalmente Apto (mA) se obtuvo 3 473 355.93 has y No Apto (NA) con 1 102 647.93 has.

Palabra clave: Forraje, aptitud, rendimiento, temperatura, precipitación.

Introducción

El pasto *Cenchrus purpureus* (*Schumach*) clon Cuba CT - 115 obtenido por cultivos de tejidos en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) en Cuba. Desde su creación en 1992 se ha distribuido ampliamente en los trópicos y subtrópicos de América. En México ha sido cultivado en diferentes partes del país y en diversas condiciones edafoclimáticas, por ende, difiriendo su calidad y producción. Aunado a ello el manejo inadecuado de las pasturas nativas e introducidas en las regiones tropicales, ha sido considerado como uno de los principales problemas que limita la productividad de las explotaciones ganaderas. La carga animal superior a la capacidad de carga del

pastizal y la eficiencia de administración del forraje producido, provocan la sobre utilización de la pradera y conducen al sobre pastoreo propiciando la invasión de malezas o pastos de menor valor forrajero (Ortega *et al.*, 1993). Para mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos agrícolas, la FAO (2007) y Fisher *et al.* (2012) recomiendan en realizar la Zonificación Agroclimática, que consiste en analizar los requerimientos climáticos del cultivo, relacionándolo con la distribución espacial de la temperatura (máxima, media y mínima) y la precipitación. Debido a la interacción genotipo ambiente del pasto Cuba CT-115 se estableció el siguiente objetivo, realizar la Zonificación Agroclimática (ZOA) del pasto *Cenchrus purpureus* (Schumach) clon Cuba CT - 115 para el estado de Chiapas.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estado de Chiapas se localiza en el sur de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas (17° 59' y 14° 32' de latitud N y las longitudes 90° 22' y 94° 14' O), abarca una extensión territorial de 73 681 km². La temperatura media más alta es de 30 °C y la mínima de 17.5 ° C; la precipitación media anual oscila de 1200 - 4 000 mm (CONAGUA, 2018). El 54 % de su territorio presenta un clima cálido húmedo, 40 % cálido subhúmedo, 3 % templado húmedo y 3 % templado subhúmedo (García, 2004).

Metodología: Para definir la zonificación agroclimática, se utilizó la metodología de Zonificación Agro-Ecológica (ZAE) propuesta por la FAO (FAO, 1997) y el de *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA), (Fischer *et al.*, 2012). Considerando para ello los requerimientos climáticos del pasto, se consideró los datos reportados por la FAO (ECOCROP, 1994) y Herrera (2006) (Cuadro 1), para ello se definió cuatro tipos de aptitud: Muy Apto (MA), Apto (A), Marginalmente Apto (mA) (Por déficit o exceso) y No Apto (NA).

Cuadro 1. Requerimientos climáticos del pasto Cuba CT- 115 (*Cenchrus purpureus* S.).

Aptitud		Precipitación (mm)	Aptitud		Temperatura (° C)
NA	No apto por déficit	< 700	NA	No Apto por déficit	< 15
mA	Marginalmente Apto por déficit	700 ≤ 1100	mA	Marginalmente Apto por déficit	15 ≤ 21
A	Apto	1100 ≤ 2500	A	Apto	21 ≤ 28
mA	Marginalmente Apto por exceso	2500 ≤ 3000	mA	Marginalmente Apto por exceso	28 ≤ 34
NA	No apto por exceso	> 3000	NA	No Apto por exceso	> 34

FAO ECOCROP, 1994 y Herrera, 2006.

Estaciones meteorológicas seleccionadas. Se utilizó la base de datos del programa ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica) (IMTA, 2009) y se actualizó con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2017). En estas bases de datos se reportan 312 estaciones meteorológicas, de las cuales 20 % de ellas se encuentran operando. Sin embargo, para nuestro estudio únicamente se seleccionó 136 estaciones debido a que cumplieron ciertos criterios estadísticos como son aleatoriedad, independencia y homogeneidad (Campos, 2008). De las estaciones seleccionadas se creó la base de datos de clima, para ello se consideró la información de series históricas (1922 - 2015), a nivel diario de precipitación y temperatura (máximas, mínimas y media).

Zonificación Agroclimática: La base de datos del clima se cargó al programa ArcMap GIS (ESRI, 2009), el cual consistió en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática igual a los requeridos por el pasto Cuba CT – 115. De acuerdo con el Cuadro 1 se construyeron mapas a escala 1: 250 000 de precipitación y temperatura (máxima, media y mínima), utilizando para ello el método de interpolación Inversa Distancia al Cuadrado (IDW), incluido dentro del programa ArcMap 10.2 (ESRI, 2009), dicho método ha sido ampliamente utilizado para interpolar variables meteorológicas (Gutiérrez *et al.*, 2011).

Resultados y discusión: En la Figura 1a se presenta la zonificación térmica realizada con base a la temperatura (media, mínima y máxima) y los requerimientos climáticos del pasto Cuba CT-115 (Cuadro 1). El estado de Chiapas cuenta con una superficie de 4 924 215.76 has con aptitud Apto (A), con aptitud Marginalmente Apto (mA) se encontró 1 832 604.76 has y con aptitud No Apta (NA) se obtuvo 607 634.76 has.

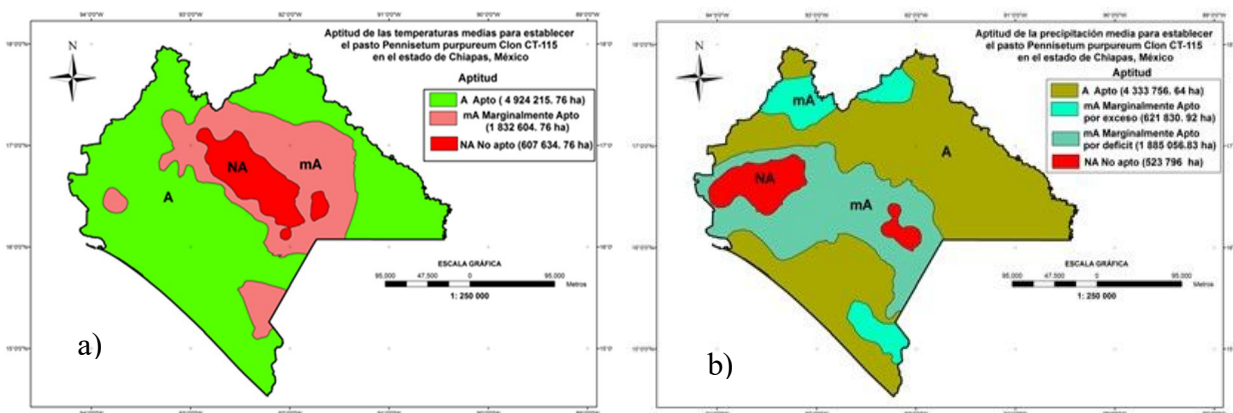


Figura 1. a) Zonificación térmica b) Zonificación de la precipitación.

La distribución espacial de las precipitaciones medias analizadas para el estado de Chiapas, se encontró una superficie de 4 333 756 has con aptitud Apto (A) (58.84 %), con aptitud marginalmente Apto (mA) por exceso de lluvia se identificó 621 830.92 has (8.44 %), Marginalmente Apto (mA) por déficit 1 885 056.83 has (25.59 %) y 523 796 has (7.11 %) con aptitud No Apto (NA) (Figura 1b).

La Zonificación Agroclimática del pasto Cuba CT - 115 se obtuvo al realizar el álgebra de mapas de la distribución espacial de temperatura (Figura 1a) y la precipitación (Figura 1b). En la Figura 2 se presenta la Zonificación Agroclimática, en el cual existe 2 788 436 has (37.86 %) con aptitud Apta (A), con aptitud Marginalmente Apto (mA) se obtuvo 3 473 355.93 has (47 %) y con aptitud No Apto (NA) corresponde a 1 102 647.93 has (14.97 %). Estudios realizados por Herrera *et al.* (2014) y García *et al.* (2014) al evaluar la calidad del forraje “CT-115” así como su rendimiento, ambos estudios reportaron que en épocas lluviosas los rendimientos se incrementan notablemente, sin embargo, con un déficit hídrico “épocas secas” los rendimientos disminuyen hasta un 30 % en promedio anual.

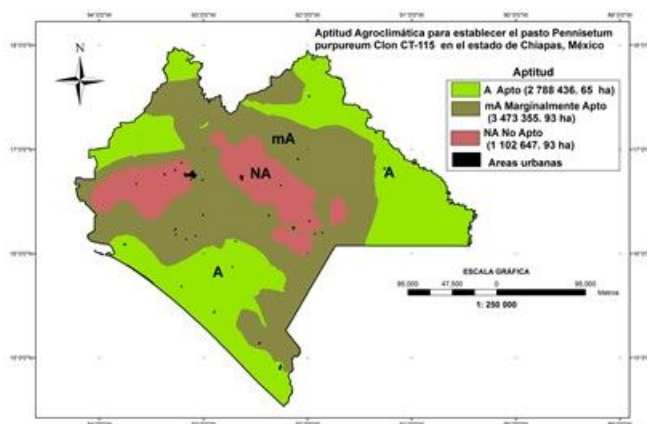


Figura 2. Zonificación Agroclimática del pasto clon Cuba CT-115.

Conclusión: En el estado de Chiapas existen 2 788 436 has con potencial Agroclimático Apto (A), para establecer el pasto Cuba CT-115, con aptitud Marginalmente Apto (mA) se obtuvo 3 473 355.93 has (47 %) y con aptitud No Apto (NA) corresponde a 1 102 647.93 has (14.97 %).

Literatura citada

- Campos-Aranda, D. F. (2008). Estudio de la precipitación máxima diaria anual en la Región Hidrológica No. 10 (Sinaloa), con base en Distancias Euclidianas. *Investigaciones Geográficas*, 65, 56 - 67.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), (2018). Estadística del agua en México, Ed. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 185 p.
- ESRI. (2009). Environmental System Research Institute. ArcGIS 10.2. Getting Started With ArcGIS Sistema de Información. USA.
- FAO ECROCROP. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1994). ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy. [<http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>: Consultado en agosto de 2016].
- FAO. (1997). Zonificación agro-ecológica. Guía general. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Suelos. Núm. 73. Roma, Italia. 96 pp.
- Fischer, G., F. Nachtergaele, S. Prieler, E. Teixeira, G. Toth, V. Harrij, L. Verelst and D. Wiberg. (2012). *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v 3.0)*, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. 196 pp.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, núm. 6. México, DF. 90 p.
- García, L. M., Mesa, A. R. & Hernández, M. 2014. Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 37(4): 413–419.
- Gutiérrez L. J., Vargas T. V., Romero R. M., De la Cruz, P., Manuel, J., Aguirre B. M. D. J., & Espinoza, H. T. S. (2011). Períodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. *Investigaciones Geográficas*, 76, 20 - 33.
- Herrera R., S. (2006). Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas. *In: Manual de Pastos y Forrajes*. EDICA, La Habana, Cuba. [CD-ROM].

- Herrera, R. S. & Ramos, N. 2015. Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. In: Herrera, R. S., Producción de biomasa de variedades y clones de *Pennisetum purpureum* para la ganadería. Mayabeque, Cuba: EDICA. 171 p.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). (2009). ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0. [cd-rom]. Jiutepec, Mor. México.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2014). Normales climatológicas. Recuperado de: [\[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75\]](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75) (Consultado en septiembre 2017)].
- Yang, T., Shao, Q., Hao, Z. C., Chen, X., Zhang, Z., Xu, C. Y. y Sun, L. (2010). Regional frequency analysis and spatio-temporal pattern characterization of rainfall extremes in the Pearl River Basin, China. J. Hydrol., 380(3), 386 – 405.

Crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en dos sistemas de producción

Díaz Méndez Patricia¹; Pozo-Santiago César Orlando^{1*}, Sánchez Gutiérrez Facundo¹; Gerónimo-Torres José del Carmen²; Martínez Valdés Martín Gerardo³; Severino Lendecky Víctor Hugo⁴.

¹Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas. Catazajá, Chiapas, México.

²División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

³Universidad Tecnológica del Usumacinta, Emiliano Zapata, Tabasco, México

⁴Centro de Estudios Etnoagropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

*Autor para correspondencia, E-mail: cesar.pozo@unach.mx

Resumen

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México. Sin embargo, debido a la demanda de este producto, existe un déficit estimado del 43 % en su producción en el país, lo cual ha hecho necesaria la importación con alrededor de 11.2 millones de toneladas al año. Ante este déficit en la producción de maíz, se hace necesaria la implementación de tecnologías que aumenten el rendimiento del cultivo, sin incrementar la superficie agrícola y con un manejo sustentable. Es por ello, que el propósito de la presente investigación fue evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo de Maíz criollo (*Zea mays* L.) en un sistema de monocultivo y en asociación con dos especies de leguminosas. Para esto, se emplearon tres tratamientos los cuales fueron: monocultivo, asociación maíz-frijol y asociación maíz-cacahuete. Los resultados indicaron que la asociación maíz-cacahuete fue la que presentó un mejor desarrollo durante 78 días de observación, con una altura promedio de 77.66 cm, así como también en cuanto al rendimiento del cultivo, con peso total de granos por planta de 134.04 gr, seguido de monocultivo con 94.65 gr. Estos resultados muestran que la implementación de sistemas mixtos de producción es una alternativa viable para aumentar la eficacia y aprovechamiento del espacio utilizado en la agricultura.

Palabras claves: agrícola, monocultivo, asociación, rendimiento.

Introducción

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México desde un punto de vista alimentario, industrial, político y social (López-Vera *et al.*, 2018), sembrándose como monocultivo más de 1 millón de hectáreas, con una producción de 7 326 752 toneladas y un rendimiento promedio de 7.215 ton/ha. Sin embargo, a pesar de representar 34 % del área agrícola del país, la demanda del

grano en la cultura mexicana hace que se presente un déficit estimado del 43 % en la producción y por ende se requiere una importación de 11.2 millones de toneladas al año (Romero-Padilla, 2015). Ante este déficit en la producción de maíz, es necesario implementar tecnologías que aumenten el rendimiento del cultivo, sin incrementar la superficie agrícola (Ekboir *et al.*, 2003; Norton, 2004). Una alternativa para cumplir dichas metas son los sistemas mixtos de producción, los cuales en diversas evaluaciones de eficiencias productivas en tiempo y espacio superan a los monocultivos (Neamatollahi *et al.*, 2013).

Los sistemas mixtos de producción aportan más de la mitad de los alimentos que se consumen en Latinoamérica (Altieri *et al.*, 2014), son una opción amortiguadora para efectos del cambio climático, uso eficiente de agua y desordenes agroecológicos relacionados con plagas y enfermedades (Arnés *et al.*, 2013; Altieri y Nicholls, 2013). Se ha documentado que algunas especies de leguminosas como *Mucuna* sp. y *Canavalia ensiformis* mejoran la producción de maíz (Sanginga *et al.*, 1996) y controlan las arvenses (Carsky *et al.*, 1998). Sin embargo, la adopción de este sistema en el sureste de México ha sido baja debido a la falta de información sobre sus beneficios, por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo de Maíz criollo (*Zea mays* L.) en un sistema de monocultivo y en asociación con dos especies de leguminosas.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el campo experimental de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, ubicada en el km 4 de la carretera Catazajá-Palenque, Chiapas (17° 44' 00" N y 92° 01' 00" O); colinda al norte con el estado de Tabasco y al sur con el municipio de Palenque, Chiapas. Presenta suelos compuestos por cambisol, vertisol y luvisol, la temperatura oscila de los 24 a los 26 °C, la precipitación promedio es de 2322 mm al año y los vientos predominantes son al norte, especialmente en el invierno.

Selección de semillas. Para obtener las semillas de maíz, se seleccionaron plantas de tres meses de edad, sin síntomas de alguna enfermedad, con caña gruesa, presencia de una o dos mazorcas y con un mínimo de 12 hojas con color verde oscuro. Las plantas seleccionadas fueron marcadas para ser identificadas al momento de la cosecha, llegada esta, se eligieron las mazorcas de mayor tamaño, con granos grandes e hileras de granos uniformes. Solo se utilizaron las semillas de la parte media

de la mazorca, desechando los granos de los primeros cuatro centímetros de los bordes. Para obtener las semillas de frijol y cacahuete, se seleccionaron las vainas de mayor tamaño, de las cuales solo fueron utilizados los granos más grandes y que se encontraran libres de manchas o algún otro síntoma de alguna enfermedad.

Establecimiento del cultivo. El experimento se estableció en febrero de 2018, en el ciclo de producción otoño-invierno. Se seleccionó un terreno con superficie plana, buen drenaje, incidencia solar y suelo no compactado, el cual fue arado previo a la siembra, con la finalidad de homogenizar el sustrato. Para esta investigación se empleó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos, monocultivo, asociación maíz-frijol y asociación maíz-cacahuete, cada tratamiento contó tres repeticiones (Figura 1a). La unidad experimental (UE) consistió en un área 4.2 m² (1.5 m de ancho x 2.8 m de largo). Dentro de cada UE se sembraron tres filas de cultivo, con 5 plantas cada una, obteniendo así un total de 15 plantas por UE. Las plantas según el tratamiento se distribuyeron de la siguiente manera: dos filas de maíz (a los extremos) separadas por una de frijol o cacahuete (al centro) según el caso, obteniendo un total de 10 plantas de maíz y 5 de frijol o cacahuete en las asociaciones y 15 plantas de maíz en el sistema de monocultivo (Figura 1b).

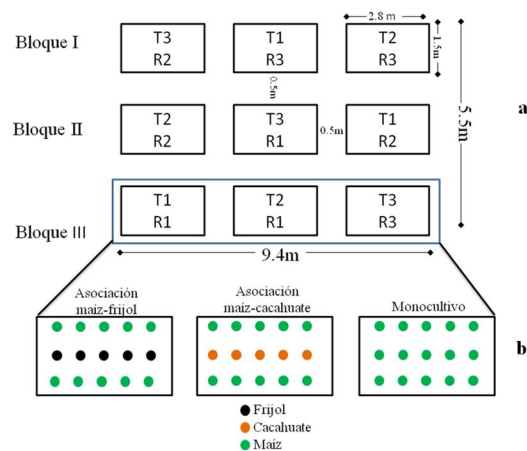


Figura 1. a) Diseño empleado para la realización del experimento. b) Unidades experimentales con la distribución de las plantas según el tratamiento.

Debido a que el cultivo de maíz no sería tratado con ningún tipo de fertilizante, los primeros cultivos que se establecieron fueron frijol y cacahuete, esto con la finalidad de que cuando se

estableciera el maíz ya contara con plantas fijadoras de Nitrógeno (N) en el suelo. La siembra de maíz en el sistema mixto se realizó 15 días después de la siembra de las leguminosas.

Análisis estadístico. Mediante un diseño de bloques al azar para cada tratamiento (T1=maíz; T2=maíz-cacahuete; T3= maíz-frijol), se registró el crecimiento de las plantas de maíz en cada sistema de producción cada siete días, comenzando el día 21 y terminando el día 78. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de comparación de medias (Tukey $\alpha= 0.05$). El rendimiento del cultivo de maíz en cada uno de los tratamientos, se basó en el peso de maíz en grano, con el cual se calculó el promedio de producción, posteriormente los datos que fueron sometidos a una prueba de estadística de t. Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SigmaPlot 12.0.

Resultados y discusión

En la Figura 2, se puede observar que a los 56 días de observación, el crecimiento entre el monocultivo (59 cm) y maíz-cacahuete (58 cm) fue similar, posteriormente, se presentaron diferencias constantes hasta los 78 días observación (tiempo que duró la toma de datos) de 12 cm en promedio. Por otro lado, la asociación maíz-frijol presentó deficiencias en su crecimiento con respecto a los otros tratamientos desde el día 28, obteniendo una altura final de 46 cm a los 78 días de observación. El mayor crecimiento por parte de la asociación maíz-cacahuete pudo deberse a que esta leguminosa fija alrededor de 40 a 80 kg N/ha/año, lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de crecimiento (Brady y Weil, 1999). De acuerdo a los datos registrados al día 78, el mejor crecimiento en cuanto altura de plantas se obtuvo con la asociación maíz-cacahuete con un valor promedio de 77.7 cm, seguido del tratamiento monocultivo con un valor de 70 cm, mientras que la menor altura la obtuvieron las plantas del tratamiento maíz-frijol con 61 cm. Encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($F= 3.53$; $gl= 2.42$; $p< 0.001$).

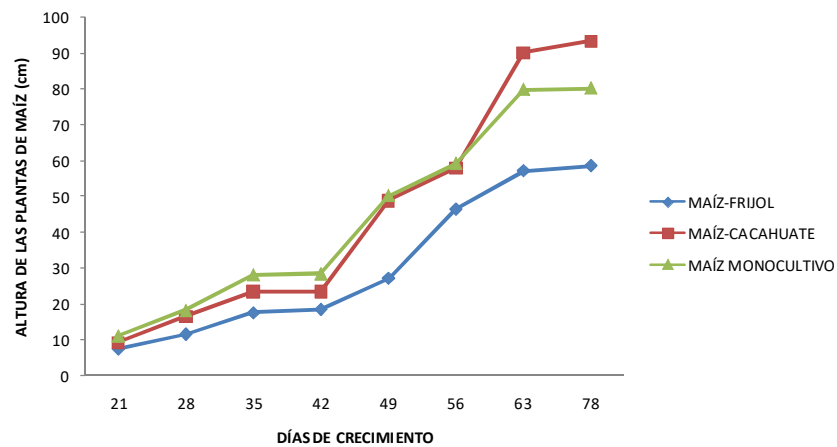


Figura 2. Desarrollo del crecimiento de plantas de maíz (altura en cm), sembradas bajo los sistemas de asociación con frijol y cacahuete y en monocultivo a los 78 días de observación.

En cuanto al rendimiento, se registraron diferencias estadísticamente significativas entre el monocultivo y asociación maíz-cacahuete ($t = -2.33$; $gl = 18$; $p = 0.032$). El tratamiento que presentó el mayor peso total de granos por planta fue maíz-cacahuete con 134.04 gr, seguido de monocultivo con 94.65 gr (Figura 3).

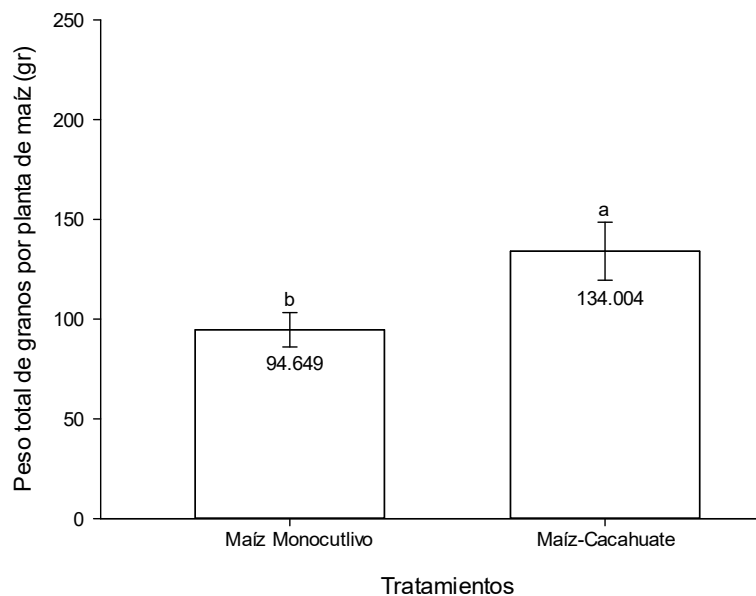


Figura 3. Peso total de gramos por planta de maíz para sistema monocultivo y maíz-cacahuete. Letras distintas indican diferencia significativa. $t = -2.331$, $gl = 18$. $P = 0.032$.

Estos valores están dentro de los estándares calculados por SIAP-SAGARPA 2018 para el rendimiento de maíz en grano en el estado de Chiapas. Estos resultados son similares a los registrados por Zúñiga (1991) entre monocultivo y policultivo de maíz, y difiere con lo descrito por Cruz (2009) quien registro un rendimiento mayor en monocultivo.

En el caso de la asociación maíz-frijol no fue posible evaluar su rendimiento debido a que no hubo formación de granos, aunque si desarrollo panoja y espiga. Lo anterior, podría ser producto de la competencia entre estos dos cultivos, donde se han reportado una reducción del 30 al 50% en la producción del maíz, dependiendo de la variedad y edad de la planta de frijol (Reyes, 1990).

Conclusiones

La implementación de sistemas mixtos de producción es una alternativa viable para aumentar la eficacia y aprovechamiento del espacio utilizado en la agricultura. Sin embargo, es importante continuar con la evaluación de asociaciones de plantas que se beneficien mutuamente para aumentar el rendimiento de dicha producción, como fue el caso de la asociación maíz-cacahuete, el cual a pesar de contar con un número menor de plantas de maíz tuvo una producción dentro de los estándares calculados por SAP-SAGARPA. Así mismo, determinar las asociaciones antagonistas que inhiban el desarrollo o producción de los cultivos.

Literatura citada

- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resources management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture and Ecosystem Environment*, 93(1-3), 1-24.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *ClimaticChange*, 140(1), 33-45.
- Arnés, E., Antonio, J., del Val, E. y Astier, M. (2013). Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, ecosystems and environment*, 181, 195-205.
- Brady, N. A. y Weil, R. R. (1999). The nature and properties of soil. Prentice Hall.
- Carsky, R., Tarawali, G., Becker, M., Chikoye, D., Tian, G. y Sanginga, N. (1998). *Mucuna-herbaceous cover legume with potential for multiple uses*. International Institute of Tropical Agriculture.

- Cruz, M. A. (2009). Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca [Tesis de Maestría. Oaxaca de Juárez: IPN].
- Ekboir, J., Espinosa-García, J. A., Espinoza-Arellano, J., Moctezuma-Lopez, G. y Tapia-Naranjo, A. (2003). *Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria*. CIMMYT.
- López-Vera, E. E., Hernández-Pérez, L., López-Corzo, A., Sámano-Garduño, D. y Domínguez-Monge, S. (2018). Primer Registro de *Coptotermes testaceus* Afectando Maíz (*Zea mays* L.) en el Estado de Campeche, México. *Southwestern Entomologist*, 43(3), 811-813.
- Neamatollahi, E., Jahansuz, M. R., Mazaheri, D. y Bannayan, M. (2013). Intercropping. In *Sustainable Agriculture Reviews* (pp. 119-142). Springer, Dordrecht.
- Norton, R.D. (2004). Política de Desarrollo Agrícola: Conceptos y Principios. Material de Capacitación en Políticas Agrícolas y Alimentarias. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. Editorial Trillas.
- Romero-Padilla, A., Hernández-Juárez, M., León-Merino, A., y Sangermán-Jarquín, D. M. (2015). Impacto en el mercado mexicano de maíz en ausencia de políticas de producción de biocombustibles en Estados Unidos de América. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1023-1033.
- Sanginga, N., Ibewiro, B., Houngnandan, P., Vanlauwe, B., Okogun, J. A., Akobundu, I. O. y Versteeg, M. (1996). Evaluation of symbiotic properties and nitrogen contribution of mucuna to maize grown in the derived savanna of West Africa. *Plant and Soil*, 179(1), 119-129.
- Zuñiga, N. A. C. (1991). Evaluación del sistema de policultivo tomate-frijol-maíz en Villa Flores, Chiapas, México [Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas].

Caracterización del cultivo de maíz en el municipio de Coapilla, Chiapas

Humberto León-Velasco¹, Esaú de Jesús Pérez-Luna¹, Oscar León-Velasco¹ y Samuel Albores-Moreno¹

¹Universidad Autónoma de Chiapas. (leonve@unach.mx).

Resumen

El grano de maíz (*Zea mays* L.) es alimento básico en México; el objetivo de esta investigación fue identificar los factores tecnológicos y socioeconómicos que impiden el desarrollo del cultivo de maíz y sus productores en el municipio de Coapilla, Chiapas. El municipio tenía 2032 productores; la muestra aleatoria fue de 60 productores a quienes, en 2015, se aplicó un cuestionario de 116 preguntas relacionadas con los factores indicados. Se calcularon las frecuencias de las variables individuales y algunas se correlacionaron, por pares y tríadas, mediante el Statistical Package for Social Sciences. El 38.3% de productores terminó primaria; 35.1% entre 1º y 5º de primaria; y 20% es analfabeto. Su fuente de ingresos fue agricultura (98.3%). La mayoría (63.3%) posee terrenos ejidales; comunales (23.3%); y rentados (8.3%). El 100% siembra maíz criollo manualmente, en temporal. El 45% siembra a 100 cm entre surcos y entre puntos de siembra. El 86.7% usó herbicidas preemergentes y aparte el 56% postemergentes. El 69.7% aplicó entre una y ocho bolsas de urea por hectárea. Las plagas fueron Gusano Gallina Ciega (70%) y Gusano Cogollero (65%). El 36.7% señaló que el cultivo es redituable. El 100% no solicitó financiamiento en 2014. El 27.2% utilizó mano de obra familiar; 57.8% familiar y contratada; y 15.3% contratada. Los sistemas de producción fueron: maíz monocultivo (21.7%) y asociado con frijol (76.7%). Finalmente, el 93.2% se interesa en recibir asistencia técnica, pero sólo el 11.9% de ellos está dispuesto a pagar por esos servicios.

Palabras clave: sistemas, productividad, *Zea mays*

Introducción

En nuestro país existen básicamente dos sistemas de producción: (a) la agricultura de autoconsumo, relacionada con el minifundio, basado en el uso intensivo de mano de obra familiar de origen rural, y que tiene como prioridad garantizar el abastecimiento de maíz (*Zea mays* L.) para el consumo familiar durante el año, por lo que los excedentes son vendidos. Los estados donde prevalece este sistema son Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y

Yucatán; y (b) la producción orientada al mercado, donde la característica principal es el uso intensivo del capital, la tecnología avanzada, la integración a los mercados y el uso de semilla mejorada. Las entidades que destacan por este sistema son Sinaloa, Sonora, Jalisco, Tamaulipas y la Región de El Bajío (Jillian, 2011). Vega y Ramírez (2004) indican que de la producción de maíz depende un alto porcentaje de la población rural, donde el cultivo se practica en las más diversas condiciones agroclimáticas con diferencias tecnológicas que van desde la producción de temporal más atrasada que obtiene rendimientos de 0.7 t ha^{-1} , hasta los sistemas de riego, con semillas mejoradas y abonadas que pueden llegar a obtener $12 \text{ a } 14 \text{ t ha}^{-1}$.

En el estado de Chiapas la mayor parte de su producción de grano de maíz se ha obtenido en tres regiones económicas encabezadas por los municipios de Villaflores, Ocozocoautla y Venustiano Carranza (Secretaría de Hacienda, 2012). Sin embargo, en la Región montañosa conocida como Los Altos de Chiapas, los campesinos efectúan sus actividades agrícolas, pecuarias y forestales con muy baja disponibilidad de tierras y capital, lo que resulta en pobreza extrema (Parra y Díaz, 1997). Por lo que se intensifican los problemas de fertilidad del suelo y el uso de abonos para mantener la producción de maíz (Álvarez-Solís y Anzueto-Martínez, 2004). En esas condiciones, el incremento de la productividad, vía la introducción de insumos industrializados, enfrenta el problema del alto costo y la baja rentabilidad de las inversiones de capital en las áreas de agricultura de ladera en condiciones de temporal. En general, la producción agrícola en Los Altos de Chiapas presenta diversos problemas, entre los que destacan la erosión y pérdida de fertilidad de los suelos, la disminución de los rendimientos, el abatimiento de la productividad del trabajo y su creciente incapacidad para dar empleo a los miembros de la familia y procurar los elementos básicos de su alimentación. Esos problemas son resultantes de la presión excesiva sobre la tierra, la accidentada topografía, la atomización y dispersión de las parcelas, y el alto riesgo de siniestro debido a las condiciones meteorológicas y al carácter artesanal de las técnicas de producción (Pool-Novelo *et al.*, 2000).

Adyacente a esa Región se extiende el área de estudio, recién denominada “Región III Mezcalapa”, donde prevalecen condiciones similares, pues también es una región montañosa que está integrada por nueve municipios, cuatro de los cuales han sido elegidos como de pobreza extrema, con base en la recomendación del Consejo Nacional de Evaluación, de la Política de Desarrollo Social, dentro de los 444 municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre. Esa Región contiene 13

484 productores de maíz, registrados en los programas de apoyo de PROCAMPO, Maíz solidario, PROMAF y Maíz de autoconsumo, con 38.40, 21.63, 0.54, y 39.42 %, respectivamente; sin embargo no cuentan con un debido programa de asistencia técnica que promueva y supervise el uso de los programas; es decir que no está instituida la asistencia técnica y entonces no se sabe cómo utilizan esos apoyos y tampoco cuál es su impacto en el mejoramiento del cultivo y sus productores.

Por ello, es necesario aumentar la productividad y producción del grano de este cereal. De este modo, se requiere de la generación y/o transferencia de tecnologías, basadas en los resultados de un marco de referencia o diagnóstico, que identifique los problemas edáficos, climáticos, biológicos, socioeconómicos, de manejo o de otro tipo, que limitan la productividad y producción del grano de maíz en la Región III Mezcalapa, Chiapas, en el caso particular del municipio de Coapilla, para poder hacer planteamientos más acertados a través de investigaciones específicas que resuelvan los problemas del cultivo, así como elaborar y aplicar un Sistema de Asistencia Técnica Integral para los productores de maíz en dicho Municipio. Razón que el presente estudio tuvo como objetivo identificar los factores tecnológicos y socioeconómicos que impiden el desarrollo del cultivo de maíz y sus productores en el municipio de Coapilla, Chiapas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Coapilla se localiza en las Montañas del Norte de Chiapas, sus coordenadas geográficas son 17° 08" de latitud Norte y 93° 10" de longitud Oeste. Con una altitud de 1560 m y su clima es uniformemente semicálido subhúmedo con lluvias en verano, y una precipitación pluvial de 1800 mm anuales (INEGI, 2010).

Acopio de información. Los Padrones de Productores de maíz 2012 fueron proporcionados por cuatro instituciones: ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria), SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), SECAM (Secretaría del Campo), y FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido), y se integraron para facilitar su localización en el municipio.

Cálculo de la muestra. La Región Mezcalapa contiene nueve municipios con 13 484 productores de maíz, se decidió hacer un “muestreo aleatorio estratificado” ($p \leq 0.05$), cuya muestra

estratificada por municipio utilizando la ecuación de Sheaffer *et al.* (2004). En el caso de Coapilla, la población estudiada contó con 2032 productores, por lo que su tamaño de muestra fue de 60 productores.

Encuestas. Se constituyó de 116 preguntas divididas en 16 apartados que son: información general, costo de labores culturales, aplicación de herbicidas o limpia, aplicación de abonos orgánicos o químicos, control de plagas y enfermedades, cosecha, comercialización, financiamiento, naturaleza de apoyos institucionales, impacto productivo, impacto social, impacto ambiental, impacto tecnológico, factores que incidieron en el impacto, necesidades de servicios complementarios, y observaciones; para obtener información que permita recomendar mejoras al cultivo. Al iniciar la recolección de datos se acudió a las autoridades de cada comunidad y posteriormente visitar a los productores, en sus domicilios o áreas de trabajo (Anyaeibunam *et al.*, 2008). Para facilitar los recorridos de campo y con fines de seguridad, se formó una brigada de seis encuestadores.

Análisis de los datos

Los datos de campo se organizaron en forma digital, para su análisis a través del Statistical Package for Social Sciences (SPSS, 2010). Así, se calcularon las frecuencias de todas las variables individuales; además se correlacionaron por pares y/o tríadas algunas variables.

Resultados y discusión

El 100 % de encuestados se localizaron en los ejidos: Buenavista, Coapilla, Llano Grande, Morelia, San Juan Bautista y Unión Portes Gil. La superficie que sembraron de maíz oscila entre 1 y 10 ha. El 95 % de los productores cuenta con una edad entre 26 y 80 años; el 1.7 % entre 21 y 25 años; así como el 3.3 % entre 81 y 90 años. El 100 % tiene entre 6 y 62 años cultivando maíz. En cuanto a escolaridad, el 38.3 % terminó la primaria; el 35.1 % entre 1º y 5º de primaria; el 20 % es analfabeto; el 3.3 % culminó la secundaria; y el 3.3 % la profesional. El analfabetismo descrito es menor al de los productores de maíz de los municipios chiapanecos de Francisco León (39 %; Sánchez y López, 2016), Ocotepec (36 %; Grajales, 2015), Mezcalapa (28 %; León y León, 2015), Chicoasén (27.3 %; León-Velasco, 2016), San Fernando (26.8 %; Sánchez y Sánchez, 2013), y Copainalá (21.1 %; Posada y Domínguez, 2014); así como mayor al de los de Tecpatán (15.3 %; Mancilla y Hernández, 2014); lo cual coincide con la información de 2010 referente a que en

nuestro país, Chiapas ocupa el primer lugar de analfabetismo en la población de 15 años y más, con un promedio de 17.8 % (INEGI, 2011).

La fuente de ingresos de los encuestados es la agricultura (98.3 %). El 63.3 % posee terrenos ejidales; el 23.3 % comunales; 8.3 % rentados; 3.3 % privados y 1.7 % al partir. Por otra parte, el 100 % de productores cultiva el maíz en temporal; no obstante, el 11.7 % de ellos, distribuidos en los ejidos Coapilla y Llano Grande, adicionalmente lo hace en humedad residual, por el exceso de lluvias que se presenta en su terreno, es decir que obtiene dos cosechas al año. Esto significa que en el municipio de Coapilla existe un período de lluvias que inicia en mayo y termina en febrero, con mayor intensidad y duración de mayo a septiembre; además, en los meses de octubre a febrero se presenta una temporada, conocida por los productores como “nortes” o “chipi chipi”, durante la cual continúan las lluvias, aunque de menor intensidad y duración; sin embargo, permiten obtener una segunda cosecha.

El 66.8 % siembra maíz criollo y el 33.3 % mencionó otros nombres; pero, cuando se preguntó dónde consiguió la semilla, el 66.8 % señaló que la obtuvo del mismo ejido, el 18.3 % de su cosecha, y el 15 % en veterinaria local. En adición, se preguntó cuántos años tiene de sembrarla; lo que la mayoría respondió que entre 10 y 20 años. Esto evidencia que todos siembran criollos y aunque algunos maíces conservan sus nombres de origen, actualmente ya son criollos, por el entrecruzamiento que han tenido con los maíces locales.

Del total de productores que siembra en temporal, el 96.7 % la hace principalmente en los meses de mayo (44.2 %), junio (42.5 %), así como mayo y junio (11.9 %), que es cuando se establecen las lluvias, y cosecha en forma variable de enero a diciembre, predominando el 66.3 % que la hace entre diciembre y enero. De acuerdo con los recorridos de campo, se observó que existen maíces precoces, intermedios y tardíos, los cuales se cosechan de septiembre a noviembre (15.3 %), diciembre (23.8 %), así como enero y febrero (47.6 %), respectivamente.

El 100 % de productores siembra manualmente con macana. El 45 % la hace a 100 cm entre surcos y también entre puntos de siembra, con lo que se obtiene 10 000 puntos por hectárea. Por otra parte, el 50 y 38.3 % tira un promedio de tres y cuatro semillas por punto, entonces se tiene una densidad aproximada de 30 000 y 40 000 semillas sembradas en una hectárea, respectivamente. Suponiendo que tanto la semilla de maíz comercial, como la de los criollos que siembran los productores tiene 85 % de germinación, como garantizan las compañías de semillas; esto significa que de las

cantidades de semilla señalada solamente germinan 25 500 y 34 000 plántulas, sin contar las que se pierden por la acción de otros factores; por lo tanto, la densidad de plantas por hectárea es baja y en consecuencia la productividad y producción también es menor, comparada con la de los lugares donde se siembra mayor cantidad de semillas por hectárea. Por supuesto que el 54.4 % de productores siembra variablemente más puntos por hectárea. La densidad de siembra de semillas osciló entre 7 y 28 kg ha⁻¹, en donde el 23.3, 30, 15 y 10 % de productores siembra un promedio de 12, 15, 20 y 25 kg ha⁻¹, respectivamente.

Costo total de las labores culturales. De acuerdo con la opinión del total de productores, en 2014 el gasto por las labores de cultivo varió ampliamente entre 1550 y 4480 pesos ha⁻¹; el valor de la producción de grano entre 1200 y 20 000 pesos ha⁻¹; así como el valor por tonelada de grano fue de 4000 pesos. La mayoría de productores obtuvo diferentes ingresos por la venta del grano. El 6.7 % solamente invirtió 2240 pesos ha⁻¹ y obtuvo una producción de grano cuyo valor fue de 2 400 a 8 000 pesos ha⁻¹ y un promedio de 5800 pesos; al igual que cuando el 20 % de productores invirtió entre 1950 y 4700 pesos ha⁻¹, con promedio de 2965 pesos, alcanzó una producción con un valor de 8000 pesos ha⁻¹; lo cual significa que la producción de grano de maíz fue redituable para esos productores. Indudablemente que existen productores que no obtuvieron ganancias y con el valor de la producción apenas recuperan la inversión; de esta manera, el 5.1 % que invirtió entre 1610 y 2520 pesos ha⁻¹, y un promedio de 1980 pesos, logró una cosecha con un valor de 2000 pesos ha⁻¹. Existen otros que comentaron pérdidas en la cosecha, ya sea por el daño de factores climáticos o la falta de abonos; sin embargo, continúan sembrando maíz porque el grano es de vital importancia para su alimentación.

Control de Arvenses. Los productores generalmente recurren a productos químicos, que se aplican en diferentes etapas del cultivo, las cuales pueden ser en forma preemergente o postemergente (Ruiz *et al.*, 2001). Las malezas fueron Zacate (71.4 %), hoja ancha y angosta (10.2 %), así como Mata Raíz (10.2 %), Zacate y Monte (3.4 %) y Hoja Ancha (1.7 %); las cuales fueron controladas por herbicidas como Faena (59.5 %), Gramoxone (11.9 %) y Gramoxil (8.5 %), entre otros; mientras el 6.8 % hace la limpia a machetazos. El 86.7 % del total de productores aplica herbicidas preemergentes, y separadamente el 56.7 %, aplica postemergentes.

Abonos químicos y orgánicos. El 69.7 % de productores utiliza urea de una a ocho bolsas de 50 kg cada una, por hectárea, destacando el 59.5 % de ellos que aplica entre dos y cuatro bolsas; mientras que el 28.9 % no aplica y mencionó que no cuenta con recursos para abonos.

El 20.4 % de productores hace la primera aplicación entre los 30 y 40 días; así como el 22.1 % cuando las plantas tienen de 30 a 100 cm de altura; aunque el 3.3 % la hace en la etapa que ellos llaman “parando punta” y el 1.7 % en floración. De los que hacen una segunda aplicación, el 37.2 % aplica en la etapa “parando punta” y el 13.6 % en floración. Los abonos nitrogenados se recomiendan durante el crecimiento del cultivo de maíz, por ello se consideran erróneas ambas aplicaciones que se hacen en las etapas “parando punta” y floración, pues en floración las plantas ya han logrado su máximo crecimiento, y en “parando punta” el cultivo está cerca de lograrlo. Por lo tanto, es evidente que los productores requieren de asistencia técnica.

Control de plagas y enfermedades. Para el gusano cogollero (65 %) se aplicó algunos productos como foley (11.7 %), metílico (3.3 %) y cola de caballo (1.7 %), donde el 6.8 % mencionó que usó las dosis recomendadas. Para gallina ciega, el 13.3 % de productores aplicó arrivo (1.7 %), sal con cal (1.7 %), foley (8.3 %) y metílico (1.7 %), pero sólo el 10.2 % de ellos dijo que aplicó las dosis recomendadas, aunque los dos últimos productos no son apropiados porque son de contacto y el gallina ciega habita debajo de la superficie del suelo.

Cosecha. El 100 % de los productores cosechan las mazorcas en forma manual. El 100 % no empaca el rastrojo, el 80 % mete ganado después de la cosecha, y 20 % deja los residuos en el terreno para reincorporarlos. La productividad del grano fluctuó entre 0.3 y 5 t ha⁻¹, en donde el 78.2 % obtuvo entre 1 y 3 t ha⁻¹, y de esa misma cantidad el 57.8 % solamente cosechó entre 1 y 2 t ha⁻¹. El 68.3 % de productores comentó que el grano fue dañado por el gorgojo y por la palomilla (3.3 %). Por lo cual, utilizan tambo de plástico, costales de ixtle, mazorcas con totomoxtle o deshojadas en un cuarto, las mazorcas amarradas por el totomoxtle a las vigas de las casas, entre otras para la conservación.

Comercialización. El 21.7 % de productores manifestó que utiliza el grano cosechado para alimentar su familia; el 60 % para autoconsumo y vende a particulares; y el 18.3 % solamente vende a particulares. Es evidente que en Coapilla se practica una agricultura de subsistencia, pues el 42.5 % cultiva 2 ha de maíz, y además el 81.7 % usa el grano para autoconsumo. El 66.7 % de

los compradores quedaron satisfecho con la calidad del grano que le vendió, y el 33.3 % opinó lo contrario.

El 100 % no recibió créditos bancarios para su cultivo, tanto en 2014 como en años anteriores; tampoco recibió créditos de particulares ni vendió la cosecha por anticipado; el 100 % de productores en los municipios de San Fernando (Sánchez y Sánchez, 2013), Copainalá (Posada y Domínguez, 2014), Tecpatán (Mancilla y Hernández, 2014), Ocoatepec (Grajales, 2015), Mezcalapa (León y León, 2015) y Francisco León (Sánchez y López, 2016), Chiapas. Algunos señalaron que solamente los ejidatarios son beneficiados con los apoyos institucionales porque así lo decide la asamblea.

Naturaleza de apoyos institucionales. El 68.3 % de productores manifestó que recibió el apoyo de Procampo primavera verano; mientras que el 13.3 % lo recibió en el mismo programa de otoño invierno; el 15 % lo obtuvo en el programa de Maíz Solidario del Gobierno del Estado; y el 1.7 % del FIRCO. Adicionalmente, el 88.3 % del total comentó que ha recibido el mismo apoyo durante los años 2013 y 2014.

En porcentajes separados, los productores opinaron que dichos apoyos fueron usados para insumos de su cultivo como aradura (1.7 %), rastreo (3.3 %), semilla (3.3 %), siembra (81.7 %), herbicidas y aplicación (81.7 %), abonos y aplicación (50 %), control de plagas (3.3 %), cosecha (80 %) y acarreo del grano (33.3 %). La tendencia de esa información concuerda con la obtenida en los municipios de San Fernando (Sánchez y Sánchez, 2013), Copainalá (Posada y Domínguez, 2014), Tecpatán (Mancilla y Hernández, 2014), Ocoatepec (Grajales, 2015), Mezcalapa (León y León, 2015) y Francisco León (Sánchez y López, 2016), excepto que en San Fernando hubo una mayor frecuencia (59.1 %) de encuestados que realiza el rastreo, porque cuenta con más terrenos planos que permiten el paso de la maquinaria agrícola.

Impacto productivo. El 86.7 % se interesa en cultivar otras variedades de maíz, y el 8.3 % dijo que no, quizá porque no quiere desechar las variedades que ha venido sembrando; lo cual indica que esos productores siembran las variedades que le han resultado bien. Por lo tanto, los interesados inclinaron su preferencia por los maíces de Asgrow (3.3 %), Pioneer (33.3 %), Dekalb (1.7 %), Proase (1.7 %), Tacsá (41.7 %); además, otros dijeron que la mejor variedad y que se adapte a la zona (15 %), el Criollo Mejorado (5 %) y el Híbrido (5 %).

En igual forma, las características del maíz que preferirían cultivar son: maíz para grano (63.3 %), con plantas de porte intermedio (75 %), y que produzca dos mazorcas (78.3 %), de puntas cubiertas (96.6 %) y grano blanco (98.3 %). Esta preferencia muestra que los productores tienen algo de experiencia en las características que tienen relación con la mejor productividad y producción, la prevención de los daños que causa el viento, los insectos y hongos que atacan el grano, así como el gusto por el sabor del grano blanco.

Cuando se preguntó “cuál es la práctica que causa mayor beneficio a la producción”, el 58.4 % de productores opinó que “todas”, y el 41.7 % manifestó otras prácticas, evidenciando que no han recibido asistencia técnica relacionada con el manejo del cultivo. Esos resultados coinciden con los obtenidos por Domínguez *et al.* (2001) en Villacorzo, Chiapas, en donde el 60 % de los productores de sorgo manifestó que “todas las actividades realizadas a tiempo” mejoran la producción; similarmente, el 46.2, 65.6, 62.7, 52, 60 y 42.5 % de encuestados en San Fernando (Sánchez y Sánchez, 2013), Copainalá (Posada y Domínguez, 2014), Tecpatán (Mancilla y Hernández, 2014), Ocoatepec (Grajales, 2015), Mezcalapa (León y León, 2015) y Francisco León (Sánchez y López, 2016), respectivamente, indicó que “todas las labores” benefician la producción de maíz.

Impacto social. El 27.2 % de productores utilizó mano de obra familiar; el 57.8 % familiar y contratada; y el 15.3 % solamente contratada. Para el caso de los familiares, los productores manifestaron que su familia mejoró su forma de vida (83.3 %), su alimentación (93.3 %) y su vestido (61.6 %); mientras que, para las familias de las personas contratadas, los mismos encuestados señalaron que también mejoraron su forma de vida (36.7 %), su alimentación (46.7 %) y su vestido (18.3 %).

Impacto ambiental. Los productores realizan labores para conservar sus terrenos; por ejemplo, reincorpora los residuos de cosecha (26.7 %), no quema (26.7 %), tira estiércol (1.7 %), y hace aradura (1.7 %); mientras que el 43.3 % no mejora el suelo donde cultiva. En cuanto a los residuos de la mazorca, el 56.7 % los utiliza como alimento del ganado, abono (6.7 %) y leña (13.4 %); además, los vende para elaborar tamales (15 %) y los quema (6.7 %). En todas las formas, excepto la quema, la utilidad que los productores obtienen del totemoxtle y olote, genera otro ingreso directo que no ha sido considerado dentro de las ganancias del cultivo. El 76.7 % de productores cultiva maíz asociado con frijol y obtienen un ingreso adicional al de la producción de grano de maíz; y el 21.7 % siembra el maíz como monocultivo. En este caso, las proporciones observadas

son similares a las presentadas por el diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de San Fernando (Sánchez y Sánchez, 2013), Copainalá (Posada y Domínguez, 2014), Tecpatán (Mancilla y Hernández, 2014), Ocotepec (Grajales, 2015), Mezcalapa (León y León, 2015) y Francisco León (Sánchez y López, 2016); confirmando que el sistema de producción predominante en los nueve municipios de la Región Mezcalapa, Chiapas, corresponde a maíz asociado con frijol (León-Velasco, 2016).

Necesidades de servicios complementarios. Una vez que se ha planteado a los encuestados los objetivos de esta investigación, ha despertado en ellos la necesidad de incluir la asistencia técnica como una herramienta más de trabajo en los sistemas de producción; de esta manera, hubo un promedio de 93.2 % que está dispuesto a recibir asistencia técnica para las diferentes actividades que realizan en su cultivo; pero únicamente el 11.9 % de esa cantidad está dispuesto a pagar por ella, para ver el beneficio al mejorar la productividad y producción de grano de su cultivo, como también lo manifestaron los productores chiapanecos de Villacorzo (68 %; Domínguez *et al.*, 2001), Tapachula (71.8 %; Ruiz *et al.*, 2001), San Fernando (25.4 %; Sánchez y Sánchez, 2013), Copainalá (14.4 %; Posada y Domínguez, 2014), Tecpatán (33.9 %; Mancilla y Hernández, 2014), Ocotepec (12 %; Grajales, 2015), Mezcalapa (22 %; León y León, 2015) y Francisco León (6.1 %; Sánchez y López, 2016). Del 85 % de productores que no está dispuesto a pagar por esos servicios, la mayoría (76.7 %) dijo que carece de recursos económicos; 3.3 % considera que es caro el servicio; y 5 % mencionó que ya es grande de edad.

Conclusiones

En el municipio de Coapilla el 38.3 % de productores terminó primaria, la agricultura es le principal fuente de ingreso, el 86 % de los productores mayoría poseen terrenos ejidales-comunales, y siembran el maíz de manera manual en los meses de mayo y junio, con un marco de siembra 100 cm entre surcos, con un promedio de tres y cuatro semillas por punto. El control de las malezas es con herbicidas preemergentes y postemergentes, algunos (6.8 %) de manera manual. No hay financiamiento para el cultivo, el trabajo de campo se utiliza mano de obra familiar y contratada. Los sistemas de producción predominantes en el municipio son: maíz monocultivo (21.7 %); y asociado con frijol (76.7 %). Los productores está interesado en recibir asistencia técnica para todas las actividades del cultivo, pero sólo el 11.9 % de ellos está dispuesto a pagar por esos servicios.

Literatura citada

- Álvarez-Solís, J. D. y Anzueto-Martínez, M. de J. (2004). Soil microbial activity under different corn cropping systems in the highlands of Chiapas, México. *Agrociencia* 38:13-22.
- Anyaegbunam, C., Mefalopulos, P. y Moetsabi, T. (2008). Diagnóstico participativo de comunicación rural. 2ª. ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Domínguez A., L. B., Delgado Ruiz, J. A. y Madrigal H., J. Á. (2001). Diagnóstico del cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en el municipio de Villacorzo, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Villaflores, Chiapas. 73 p.
- Grajales A., A. (2015). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de Ocoatepec, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Villaflores, Chiapas. 65 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Principales resultados por localidad 2010 (ITER). Recuperado 2020. Coapilla. file:///H:/Mezcalapa_Ubicaci%C3%B3n/Coapilla%20-%20Wikipedia,%20la%20enciclopedia%20libre.htm
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). Perspectiva Estadística Chiapas. México.
- Jillian. (2011). La producción de maíz en Chiapas. file:///G:/Maíz_Chiapas_3.htm
- León D., F. y León O., R. (2015). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de Mezcalapa, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Villaflores, Chiapas. 67 p.
- León-Velasco, H. (2016). Diagnóstico y propuesta de un sistema de asistencia técnica integral para productores de maíz en la región Mezcalapa, Chiapas. Proyecto de Investigación. UNACH. Villaflores, Chiapas. Informe Inédito.
- Mancilla S., R. y Hernández A., V. (2014). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de Tecpatán, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Copainalá, Chiapas. 62 p.
- Parra V., M. R. y Díaz H., B. (1997). Introducción. *In*: Los Altos de Chiapas: Agricultura y crisis rural. Parra V., M. R. y B. Díaz H. (eds). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. pp: XI-XVII.
- Pool-Novelo, L., A. Trinidad-Santos, A., Etchevers-Barra, J. D., Pérez-Moreno, J. y Martínez-Garza, Á. (2000). Improvement of soil fertility hillside agriculture of Los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 34: 251-259.

- Posada N., L. E. y Domínguez H., N. (2014). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de Copainalá, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Copainalá, Chiapas. 62 p.
- Ruiz S., D. L., Vázquez U., R. y Moreno V., E. (2001). Diagnóstico del cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en el municipio de Tapachula, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Villaflores, Chiapas. 70 p.
- Sánchez H., U. A. y López P., D. J. (2016). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de Francisco León, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Copainalá, Chiapas. 63 p.
- Sánchez S., O. y Sánchez G., R. (2013). Diagnóstico del cultivo de maíz en el municipio de San Fernando, Chiapas. Tesis Profesional. UNACH. Copainalá, Chiapas. 51 p.
- Secretaría de Hacienda. (2012). Estadísticas del sector primario de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas. www.ceieg.chiapas.gob.mx/
- Scheaffer, R., Mendenhall, W. y Ott, L. (2004). Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Statistical Package for Social Sciences (SPSS). (2010). Release 8.24 p. SPSS Inc., Florida, USA.
- Vega V., D. D. y P. Ramírez M. 2004. Situación y perspectiva del maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 1-5.

Micropropagación de cultivares de cafeto del estado de Chiapas, mediante embriogénesis somática directa

Doribet Jiménez-Guillén¹, Daniel Pérez-Pascual¹, Federico Morales-Hernández¹, Rubén Monroy-Hernández², Raúl Gómez-González³ y José Juan Zúñiga-Aguilar¹
¹ Instituto Tecnológico Superior de los Ríos. Km 3, carretera Villahermosa, Balancán 86930, Tabasco. doribetjg@hotmail.com, danielpp_12@outlook.com, frederick0296@hotmail.com, (jjzuniga007@gmail.com)
² Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4, Catazajá 29980, Chiapas. ruben.monroy04@gmail.com
³ Predio Productor de Café Santa Cruz el Alto, Cuxtepec, Municipio de la Concordia, Chiapas. gomez.raul@colpos.mx

Resumen

La producción agrícola de café es una de las actividades distintivas del estado de Chiapas, donde representa una fuente de ingreso para un número grande de pequeños productores. Diversos factores adversos, como la necesidad de producir café de alta calidad y el requerimiento de cultivares resistentes al agobio ambiental, sobre todo al cambio climático, hace necesario el establecimiento de programas de mejoramiento genético. Debido a que con el uso de la genética tradicional no se ha podido generar variedades que presenten al mismo tiempo alta calidad y resistencia, el uso de la biotecnología moderna se hace indispensable. No obstante, siendo Chiapas el principal productor de café orgánico de México, no es posible aplicar biotecnología para el mejoramiento genético del café. Una alternativa a esta problemática consiste en identificar plantas individuales de alta calidad que presenten de manera natural alta resistencia o alta productividad y multiplicarlas clonalmente en biofábricas vegetales. En este artículo presentamos una estrategia para identificar variedades de las especies *Coffea canephora* y *Coffea arabica* con características agronómicas sobresalientes, así como su introducción al cultivo de tejidos y su multiplicación clonal a través de la embriogénesis somática.

Palabras clave. *Coffea canephora*, *Coffea arabica*, micropropagación clonal.

Introducción

Después de petróleo, el café es probablemente el más importante activo comercial a nivel mundial (Davis *et al.*, 2012). De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2020), aunque los precios del café, medidos por el índice de precios compuesto mensual de la Organización Internacional del Café (ICO), retrocedieron en los últimos meses a un promedio de

USD \$1.04 por libra en mayo de 2020, se pronostica una producción mundial récord de café de 176,1 millones de sacos (60 kilogramos) en el período 2020/21; lo cual significa un incremento de 9,1 millones más que el período anterior. Para México, el pronóstico es de un incremento de 200 mil sacos, pasando de 3.7 a 3.9 millones de sacos (USDA, 2020).

El café tiene su centro de diversidad genética en el Suroeste de Etiopía y en Sudán (Anthony *et al.*, 2002), así como en Kenya (Thomas, 1942). Se ha descrito más de 120 especies en el género *Coffea*, sin embargo, la producción comercial de café depende principalmente de las especies *C. canephora* y *C. arabica*. El café es sembrado en cerca de 80 países, cubriendo una superficie de 10.2 millones de hectáreas en regiones tropicales y subtropicales del mundo, por más de 120 millones de pequeños productores en África, Asia y América, quienes producen más del 70% de la producción mundial de café y dependen directa o indirectamente de su producción (Fridell *et al.* 2008; Lashermes *et al.*, 2011). Además de los beneficios sociales y económicos, las plantaciones de café también generan beneficios significativos a los ecosistemas, incluyendo la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono y la protección al suelo (Pham *et al.* 2019).

A nivel nacional, durante el ciclo 2019/2020 se cultivaron 710,360.63 hectáreas al cultivo del café, de las cuales fueron cosechadas 629,300.47 hectáreas, para un ingreso bruto de \$4 725 662.44 pesos (SIAP, 2020). La producción es concentrada en los estados de Chiapas (41.3%), Veracruz (24.4%), Puebla (15.8%), Oaxaca (8.2%), Guerrero (4.5%) y otros estados (5.9%). Del total producido, aproximadamente el 96% corresponde a la especie *C. arabica* y el 4% restante a *C. canephora*. Además, cabe subrayar que el 3.2% de la superficie cultivada corresponde a café orgánico (CEDRSSA, 2019).

Durante los últimos años, la producción de café cereza a nivel nacional se ha visto afectada por diversos factores, siendo el cambio climático y sobre todo la Roya del Cafeto los principales problemas que han afectado al sector cafetalero en México (CEDRSSA, 2019). Esto ha provocado una reducción en la producción nacional de más de 50% entre 2012 y 2016. El impacto económico de estos factores ha conducido a una reducción de la cantidad y la calidad de la producción y ha requerido la implementación de costosas medidas de control (CEDRSSA, 2019). Aunado a lo anterior, la carencia de paquetes tecnológicos adecuados indica que bajo estas condiciones adversas, un incremento en los niveles de productividad solo puede conseguirse aumentando el área de siembra o a través del desarrollo de variedades de alto rendimiento o de híbridos más

productivos (FAO, 2015; Bellachew *et al.*, 1998). De hecho, la transferencia de genes de interés agronómico entre especies sexualmente compatibles, mediante la cruza genética ha sido una de las estrategias más probadas en el mejoramiento. Sin embargo, también con estas técnicas existen problemas asociados, como la imposibilidad para regular la transferencia de caracteres de interés, la inestabilidad de los híbridos, la infertilidad, la segregación no mendeliana, así como los bajos niveles de cruzamiento intergenómico (Herrera *et al.*, 2002). Debido a que con el uso de la genética tradicional no se ha podido generar variedades que presenten al mismo tiempo alta calidad y resistencia, el uso de la biotecnología moderna pareciera indispensable. Además, las variedades que tradicionalmente se han producido en México corresponden mayormente a la especie *Coffea arabica* (Vichi, 2015), las cuales son altamente susceptibles a la Roya del Cafeto causada por el hongo *Hemileia vastatrix* (Van der Vossen, 2001). No obstante, en años recientes, México ha liderado la producción mundial de café orgánico (Willer and Lernoud, 2019), siendo el estado de Chiapas el principal productor a nivel nacional (Vichi, 2015); por ello, no es recomendable aplicar metodologías biotecnológicas para el mejoramiento genético del café, debido a que la normatividad nacional e internacional prohíbe esta práctica como requisito para el proceso de certificación (SADER, 2020). Una alternativa a esta particular problemática consiste en aplicar procedimientos que no incluyan la manipulación genética; por ejemplo, la identificación de plantas individuales que desplieguen en campo con características agronómicas sobresalientes y su multiplicación clonal en biofábricas vegetales. Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo el de introducir al cultivo de tejidos variedades de la especie *Coffea arabica* que presenten de manera natural alta productividad o resistencia a la Roya del Cafeto, para intentar su multiplicación clonal a través de la embriogénesis somática.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Como material vegetal se emplearon frutos maduros de café de la variedad Márago Amarillo de la especie *C. arabica*, colectados de plantas en producción durante el mes de diciembre de 2018, donadas mediante una colaboración estratégica con los productores del predio productor de café Santa Cruz el Alto, localidad de Cuxtepec, municipio de la Concordia, en el estado de Chiapas (15°41'55.48''N 92°57'56.14''O).

Cultivo *ex vitro* del material de campo

Frutos en cereza de las plantas seleccionadas fueron colectados y transportados en hielo al Laboratorio de Biotecnología del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos y almacenados a 4 °C. Las semillas fueron extraídas, lavadas y secadas a temperatura ambiente por un período de 48 h. Posteriormente, las semillas fueron germinadas sobre un sustrato de Cosmopeat® humedecido y protegidas de la luz bajo una cubierta protectora. Posterior a la germinación, las plántulas fueron cultivadas *ex vitro* en vasos de poliestireno conteniendo Cosmopeat®, en condiciones de contención fitosanitaria, en cuartos de cultivo a 25 ± 2 °C en fotoperiodo de 16/8 h ($150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Durante su cultivo, las plantas fueron fertilizadas cada semana con Bayfolan Forte® de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Metodología

Preparación de los explantes de *Coffea arabica*

Como explantes para el proceso de embriogénesis somática, se utilizaron hojas correspondientes a las plantas de cinco meses cultivadas *ex vitro*. Las hojas fueron cortadas y lavadas profusamente con agua destilada estéril. Posteriormente, fueron desinfectadas por lavado en agitación en una solución de estreptomicina/oxitetraciclina y benomilo $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, c/u. Al cabo de 30 min, las hojas fueron lavadas tres veces con agua destilada estéril, y después fueron desinfectadas mediante un lavado por 15 min con una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 20 % (v/v), un lavado con agua destilada estéril, un lavado con NaClO al 10 % (v/v) por 5 min, y finalmente cuatro lavados con agua destilada estéril.

Inducción de la embriogénesis somática

Para la inducción de la embriogénesis somática, se utilizó discos de 0,25 cm de diámetro extraídos en condiciones de asepsia de las hojas aseptizadas previamente. Los explantes foliares fueron pre-incubados en condiciones *in vitro* en medio semisólido de pre-acondicionamiento [medio Yasuda modificado (Quiroz-Figueroa *et al.*, 2006) con la adición de los reguladores del crecimiento vegetal (PGR, por sus siglas en inglés) ácido 2,4-diclorofenoxiacético $4.5 \mu\text{M}$ (2,4-D, Sigma) y Kinetina $9.05 \mu\text{M}$ (KIN, Sigma)]. Después de un pre-tratamiento por dos semanas, los discos de hojas se

incubaron en oscuridad a 25 ± 2 °C, en medio semisólido de inducción de embriogénesis [medio Yasuda modificado (Quiroz-Figueroa *et al*, 2006) adicionado con Thidiazuron 2.5 μ M (TDZ, PhytoTech)]. Al cabo de ocho semanas, los embriones desarrollados fueron trasplantados a medio semisólido de enraizamiento [sales MS suplementado con tiamina 29.6 μ M, myo-inositol 550 μ M, cisteína 0.15 μ M, ácido nicotínico 16.24 μ M, sacarosa 8.64 μ M y Gelrite® 0.25% (w/v), pH 5.8] e incubados a 25 ± 2 °C en fotoperiodo de 16/8 h ($150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) para su conversión y desarrollo. Como testigo negativo, cinco explantes de disco fueron sometidos al mismo procedimiento, pero cultivados en medio semisólido de inducción de embriogénesis en ausencia de TDZ.

Resultados y discusión.

Identificación y colecta de variedades de *Coffea arabica*.

En este proyecto se decidió trabajar con variedades de *Coffea arabica* sembradas en el estado de Chiapas, debido a su alta calidad y a que se pretende contribuir al desarrollo agrícola en los municipios de ese estado, mediante la transferencia masiva de variedades de alta calidad. Además de tener contemplados programas de mejoramiento genético basados en la aplicación de metodologías biotecnológicas, decidimos implementar una estrategia basada en la búsqueda de materiales sembrados en campo que desplegarán fenotipos de calidad agrícola, para multiplicarlos masivamente mediante su micropropagación clonal *in vitro*. Para ello, se seleccionó un productor de cafeto del Municipio de La Concordia (Figura 1). En la localidad de Santa Cruz el Alto, se hicieron muestreos de las variedades sembrada por esos productores, colectando muestras de Márago Rojo, Bourbón, Typica, Mundo Novo rojo, Mundo Novo Amarillo, decidiendo trabajar con muestras de un árbol de la variedad Márago Amarillo debido a que este ejemplar presentaba un fenotipo de resistencia contra la Roya del Cafeto.



Figura 1. *Zona de muestreo.* La identificación y el muestreo de las variedades que presentaran alta productividad o resistencia se realizó en el Predio Productor de Café Santa Cruz el Alto, de la localidad Cuxtepec, Municipio de la Concordia (15°41'55.48''N 92°57'56.14''O).

Introducción del material de campo al cultivo *ex vitro*

Los frutos colectados fueron transportados en hielo al Laboratorio de Biotecnología del ITSR, en donde fueron almacenados a 4 °C. Posteriormente, las semillas fueron conectadas, lavadas y secadas a temperatura ambiente para ser germinadas en vasos de poliestireno conteniendo sustrato artificial. Después de germinar, las plántulas fueron sujetas a un programa de fertirrigación en cuartos de cultivo bajo condiciones ambientales controladas, para estar disponibles como fuente de explante para el cultivo de tejidos *in vitro* (Figura 2).



Figura 2. Introducción de material de campo al cultivo *ex vitro*. Las semillas extraídas de los frutos en cereza colectada en campo fueron germinadas *ex vitro* y las plantas fueron cultivadas en condiciones de contención fitosanitaria, en cuarto de cultivo bajo condiciones controladas de temperatura e iluminación. La última imagen corresponde a la variedad Márago amarillo.

Inducción de la embriogénesis somática

La embriogénesis somática en cafeto es un proceso que ha sido relativamente eficiente (Campos *et al.*, 2017). Sin embargo, los mejores desarrollos se han obtenido a partir de plantas cultivadas en el laboratorio, pues ha sido difícil iniciar un proceso directamente desde los materiales sembrados en campo (Mishra *et al.*, 2012). Como una manera de iniciar las investigaciones para poder multiplicar materiales cultivados en campo a través de la emergencia somática directa, se partió plantas colectadas en campo, cuyos frutos fueron germinados en macetas en el laboratorio y posteriormente las plantas fueron cultivadas bajo condiciones controladas de luz y temperatura.

En nuestro grupo hemos desarrollado con éxito un proceso de emergencia somática modificado por Quiróz-Figueroa *et al.* (2006) para *Coffea canephora*. En este proceso, plantas de cafeto cultivadas *in vitro* son pre-acondicionadas en presencia de concentraciones altas de auxinas y citocininas (Pérez-Pascual *et al.*, 2018). Posteriormente, discos foliares son utilizados como explantes para inducir el desarrollo embrionario en presencia de benciladenina. Este proceso mismo este no ha sido tan eficiente para *Coffea arabica*., por lo que se decidió hacer una variación al proceso.

Debido a que el pre-acondicionamiento con reguladores de crecimiento vegetal y la aplicación de una herida parecen ser son imprescindibles para inducir el proceso embriogénico, se decidió pre-

inducir los explantes de hoja por 16 en presencia de 2,4-D y kinetina (como se describe en la sección de Materiales y Métodos), para proseguir con el protocolo con una modificación: la utilización del PGR Thidiazuron en el medio de inducción embrionaria, en lugar de la benciladenina.

Cómo puede observarse en la Figura 3, este procedimiento provocó la proliferación masiva de callo embriogénico en las orillas de los explantes foliares cultivados *in vitro*, al cabo de dos semanas en cultivo. A las seis semanas de cultivo pudo observarse un número alto de estructuras embrionarias en diferentes estadios de desarrollo, mientras que a las ocho semanas ya se encontraban embriones en etapa cotiledonal. Los embriones en etapa cotiledonal fueron trasplantados a medio de enraizamiento, en donde las plántulas desarrollaron un sistema foliar y la raíz primaria.

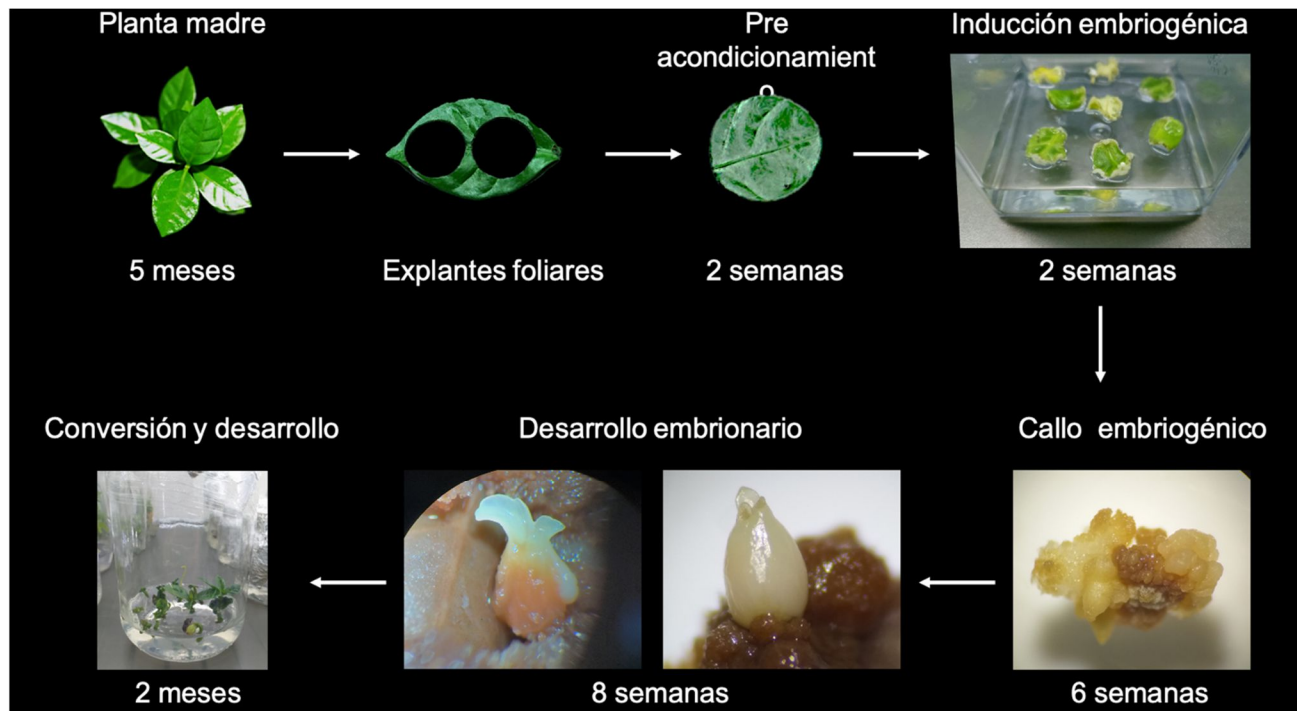


Figura 3. Protocolo de embriogénesis somática. Las hojas de plantas de *Coffea arabica* cultivadas en macetas en el cuarto de cultivo fueron empleadas como fuente de explantes para establecer el protocolo de embriogénesis somática *in vitro*.

En esta etapa, las plantas están aún siendo cultivadas *in vitro*, para poder ser trasplantadas al suelo y continuar con su desarrollo. Diversos protocolos de embriogénesis somática han sido publicados; sin embargo, la mayoría han sido conducidos con plantas cultivadas *in vitro* a través de la generación de callo intermedio (Ribas *et al.*, 2011). Las etapas intermedias del cultivo de tejidos

in vitro imponen un periodo de tiempo extra a todos los procedimientos para la multiplicación clonal. Debido a ello, es importante generar procedimientos que puedan evitar estas primeras etapas, con el objetivo de reducir los tiempos en los que los materiales sobresalientes son generados y aclimatados para regresarlos al campo. En el protocolo presentado en este trabajo, el tiempo incluido desde la colecta hasta la generación de plántulas maduras fue de aproximadamente 12 meses; no obstante, si se parte de explantes foliares colectados directamente en campo, este tiempo puede reducirse hasta los siete meses.

Conclusiones

En el presente trabajo estableció un protocolo para generar masivamente materiales con caracteres características agronómicas sobresalientes, mediante la identificación y colecta de individuos pertenecientes a variedades normalmente susceptibles, pero que mostraron un fenotipo de alta resistencia a enfermedades o alta productividad en el campo, para intentar su multiplicación clonal. Se decidió trabajar inicialmente con la variedad márago amarillo, debido a su alta calidad de taza y productividad identificada en campo. El protocolo propuesto funcionó eficientemente y se pudo generar un procedimiento sencillo para la multiplicación clonar a través de la embriogénesis somática partiendo de explantes de hoja, en lugar de plantas cultivadas *in vitro*.

Para evaluar su eficiencia, este procedimiento está siendo probado con explantes de hoja obtenidos a partir de plantas cultivadas en campo directamente, pero en principio, representa un avance importante para poder multiplicar masivamente y de manera relativamente rápida, materiales de alta calidad pertenecientes a especies susceptibles, a partir de individuos aislados que presenten fenotipos agronómicos sobresalientes. Con ello, se podrá reducir el uso de procedimientos biotecnológicos, los cuales pueden generar genotipos modificados de manera más eficiente, pero no pueden ser utilizados con los cultivos orgánicos de café que caracterizan al estado de Chiapas y constituyen un elemento importante en la economía nacional.

Literatura citada.

Anthony, F., Combes, M. C., Astorga, C., Bertrand, B., Graziosi, G., & Lashermes, P. (2002). The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 104(5), 894-900.

- Bellachew, B., Atero, B., & Temesgen, G. (1998). Description and Production. Recommendations for New Cultivars of Arabica Coffee.
- Campos, N. A., Panis, B., & Carpentier, S. C. (2017). Somatic embryogenesis in coffee: the evolution of biotechnology and the integration of omics technologies offer great opportunities. *Frontiers in plant science*, 8, 1460.
- CEDRSSA. Comercio internacional del café: el caso de México. Reporte. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados, LXIII Legislatura. Palacio Legislativo de San Lázaro, julio de 2019.
- FAO, 2015. FAO Statistical Pocketbook, Rome.
- Fridell, M., Hudson, I., & Hudson, M. (2008). With friends like these: The corporate response to fair trade coffee. *Review of Radical Political Economics*, 40(1), 8-34.
- Herrera JC, Combes MC, Anthony F, Charrier A, Lashermes P (2002). Introgression into the allotetraploid coffee (*Coffea arabica* L.): Segregation and recombination of the *C. canephora* genome in the tetraploid interspecific hybrid (*C. arabica* x *C. canephora*). *Theoretical and Applied Genetics* 104:661-668.
- ICO. International Coffee Organization Indicator Prices - May 2020. <http://www.ico.org/prices/p1-May2020.pdf>.
- Lashermes, P., Combes, M. C., Ansaldi, C., Gichuru, E., & Noir, S. (2011). Analysis of alien introgression in coffee tree (*Coffea arabica* L.). *Molecular breeding*, 27(2), 223-232.
- Medina, M. J. A., Ruiz, N. R. E., Gómez, C. J. C., Sánchez, Y. J. M., Gómez, A. G., & Pinto, M. O. (2016). Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca. Chiapas. *Ciencia UAT*, 10(2), 33-43.
- Mishra, M. K., & Slater, A. (2012). Recent advances in the genetic transformation of coffee. *Biotechnology research international*, 2012.
- Pérez-Pascual, D., Jiménez-Guillen, D., Villanueva-Alonzo, H., Souza-Perera, R., Godoy-Hernández, G., & Zúñiga-Aguilar, J. J. (2018). Ectopic expression of the *Coffea canephora* SERK1 homolog-induced differential transcription of genes involved in auxin metabolism and in the developmental control of embryogenesis. *Physiologia plantarum*, 163(4), 530-551.

- Pham, Y., Reardon-Smith, K., Mushtaq, S., & Cockfield, G. (2019). The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review. *Climatic Change*, 56(4): 609-630.
- Quiroz-Figueroa, F., Monforte-González, M., Galaz-Ávalos, R. M., & Loyola-Vargas, V. M. (2006). Direct somatic embryogenesis in *Coffea canephora*. In *Plant cell culture protocols* (pp. 111-117). Humana Press.
- Ribas, A. F., Dechamp, E., Champion, A., Bertrand, B., Combes, M. C., Verdeil, J. L., & Etienne, H. (2011). Agrobacterium-mediated genetic transformation of *Coffea arabica* (L.) is greatly enhanced by using established embryogenic callus cultures. *BMC Plant Biology*, 11(1), 92.
- SADER. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Acuerdo por el que se modifican, adicionan y derogan diversas disposiciones del diverso por el que se dan a conocer los Lineamientos para la operación orgánica de las actividades agropecuarias, publicado el 29 de octubre de 2013, publicado en el DOF, el 08 de junio de 2020. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/561614/Cortes_a_Versi_n_corrida_2013-2020_Acuerdo_de_L_neamiento_para_la_operaci_n_org_nica_agropecuaria.pdf
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Acciones y Programas. Producción Anual Agrícola. Cierre de la producción agrícola (1980-2019). <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Thomas, A. S. (1942). The wild Arabica coffee on the Boma Plateau. *Anglo-Egyptian Sudan. Emp J Exp Agric*, 10, 207-212.
- USDA, United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Coffee: World Markets and Trade, 2020/21 Forecast Overview, June 2020.
- Van der Vossen, H. A. M. (2001). Agronomy I: coffee breeding practices. *Coffee: recent developments*, 184-201.
- Vichi, F. F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Espacio I+ D, innovación más desarrollo*, 4(7).
- Willer, H., & Lernoud, J. (2019). The world of organic agriculture. *Statistics and emerging trends 2019* (pp. 1-336). Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International.