



CICAV

**CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS**

2023



Memorias del Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias.

Editor Responsable: Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

ISSN 2683 - 2909

CICA V CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS. Año 4, No. 1, enero - diciembre 2024, es una Publicación anual editada por la Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez Kilómetro 1081, Sin Número, Col. Terán, C.P. 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (968) 105 57 71 ext 5751. <http://www.cicav.unach.mx> Editor responsable: Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2022-100412252100-102, ISSN: 2683 - 2909, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, el comité editorial del CICA V, Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez. Fecha de la última actualización: 6 de septiembre del 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Chiapas.

COMITÉ ORGANIZADOR

Miembros	
Presidente Honorífico	Dr. Carlos Faustino Natarén Nandayapa
Presidente	Mtro. Jenner Rodas Trejo
Secretaria	Mtra. Adriana Cecilia Rebollo Morales
Coordinador General	Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
Coordinador Del Comité Científico	M. en C. William Esponda Hernández
Coordinadora De Educación Continua	M. en C. Paola Ocampo González

COMITÉ EDITORIAL

Miembros
Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
M. en C. Adriana Cecilia Rebollo Morales
Mtra. María del Rosario Guzmán Nañez
M. en C. William Esponda Hernández
M. en C. Fredy Hernández de la Cruz

PRESENTACIÓN

La Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa de la Universidad Autónoma de Chiapas se enorgullece de presentar la cuarta memoria del Congreso Internacional de Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Este congreso anual ha sido una plataforma fundamental para la colaboración entre investigadores, estudiantes, productores y técnicos, con el objetivo de avanzar en el conocimiento y enfrentar los desafíos actuales en las ciencias agronómicas y veterinarias.

En esta edición, el tema central es "Innovaciones y perspectivas futuras en las ciencias agropecuarias". Este enfoque busca explorar las últimas innovaciones tecnológicas, metodológicas y teóricas en el campo de las ciencias agropecuarias, con el fin de anticipar y abordar las necesidades emergentes y las oportunidades de desarrollo en un entorno en constante cambio.

La memoria de este congreso recoge los avances más recientes y las discusiones más relevantes que se han presentado durante el evento, reflejando el compromiso de todos los participantes con el progreso y la mejora continua en nuestras áreas de estudio.

Agradecemos a todos los autores y asistentes por su valiosa contribución y participación, que han hecho posible la realización de este evento y el desarrollo de este compendio de conocimientos.

Atentamente,

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

Coordinador General

LISTA DE CONTENIDO

PERCEPCIONES Y ADAPTACIONES AL CAMBIO CLIMÁTICO: UN ESTUDIO EN COMUNIDADES RURALES DE TECPATÁN, CHIAPAS	6
INTERACCIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ EN DISTINTO REGIMEN DE HÚMEDAD	10
OPTIMIZACIÓN DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CAÑA DE AZÚCAR	14
CONDICIÓN CORPORAL Y FERTILIDAD EN VACAS CHAROLAIS TRATADAS CON PGF2 α y GnRH.....	19
POTENCIAL FORRAJERO DE MAÍZ INTERCALADO CON LEGUMINOSAS EN CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO.....	23
LA FRUTICULTURA COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA FORMACIÓN DEL INGENIEROS AGRÓNOMOS Y SU INTEGRACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE COMPETENCIAS	28

PERCEPCIONES Y ADAPTACIONES AL CAMBIO CLIMÁTICO: UN ESTUDIO EN COMUNIDADES RURALES DE TECPATÁN, CHIAPAS

Chang-Gutierrez D.¹, Coutiño-Hernández P.R.¹, Rodas-Trejo J.¹, Ocampo-González P¹.*

¹Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Carretera Chicoasén-Malpasó Km 24+300, Copainalá, Chiapas, México

*Autor de correspondencia: paola.ocampo@unach.mx.

Resumen

Palabras clave:

Adaptación agrícola
 Mitigación
 Resiliencia
 Variabilidad climática

El presente estudio investiga las percepciones de los agricultores en seis comunidades del municipio de Tecpatán, Chiapas, respecto al cambio climático y las adaptaciones implementadas en sus prácticas agrícolas. A través de 271 encuestas y talleres participativos, se encontró una alta conciencia sobre los procesos de adaptación y mitigación ante el cambio climático con un 96.67% de los encuestados reportando alteraciones en el clima desde su infancia, especialmente en temperatura y patrones de lluvia. A pesar de la percepción de cambios significativos en las lluvias, los datos históricos de precipitación muestran estabilidad, lo que sugiere la influencia de eventos extremos recientes en la memoria colectiva. Las comunidades han adaptado sus ciclos de siembra y cosecha, aunque la adopción de nuevas tecnologías es limitada. Se concluye que es fundamental combinar el conocimiento local con datos científicos para desarrollar estrategias de adaptación efectivas y sostenibles, también es necesario implementar políticas y programas que apoyen a estas comunidades en la adopción de medidas más eficientes de adaptación al cambio climático; además, se requiere una mayor inversión en investigación y desarrollo de tecnologías que fomenten una producción agrícola más resiliente ante los efectos del cambio climático.

PERCEPTIONS AND ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE: A STUDY IN RURAL COMMUNITIES OF TECPATÁN, CHIAPAS

Abstract

Keywords:

Agricultural adaptation
 Climate variability
 Mitigation
 Resilience

This study investigates the perceptions of farmers in six communities of Tecpatán, Chiapas, regarding climate change and the adaptations implemented in their agricultural practices. Through 271 surveys and participatory workshops, a high awareness of climate change adaptation and mitigation processes was found, with 96.67% of respondents reporting alterations in the climate since their childhood, particularly in temperature and rainfall patterns. Despite the perception of significant changes in rainfall, historical precipitation data shows stability, suggesting the influence of recent extreme events on collective memory. Communities have adapted their planting and harvesting cycles, although the adoption of new technologies is limited. It is concluded that it is essential to combine local knowledge with scientific data to develop effective and sustainable adaptation strategies. It is also necessary to implement policies and programs that support these communities in the adoption of more efficient measures to adapt to climate change. In addition, greater investment is required in research and development of technologies that promote agricultural production that is more resilient to the effects of climate change.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los desafíos más significativos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI, afectando de manera profunda a los ecosistemas, la economía y la sociedad en su conjunto (González y Sureda, 2024). En regiones rurales, como las comunidades campesinas del municipio de Tecpatán, Chiapas, México, los efectos del cambio climático se perciben de manera directa en las prácticas agrícolas, una actividad económica fundamental para la subsistencia de la población local. Estas comunidades dependen ampliamente de la agricultura de pequeña escala, la cual está particularmente expuesta a las variaciones del clima, como las alteraciones en los patrones de precipitación, el incremento de temperaturas y la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos. En este contexto, resulta crucial analizar cómo los campesinos perciben los efectos del cambio climático y qué adaptaciones han implementado en sus prácticas agrícolas para mitigar sus impactos. Comprender estas percepciones y adaptaciones no solo proporciona una visión de las estrategias locales de resiliencia, sino que también ofrece información valiosa para el diseño de políticas públicas y programas de desarrollo rural que fortalezcan la capacidad adaptativa de estas comunidades frente a un clima cambiante.

El presente estudio se centra en explorar las percepciones de los agricultores de Tecpatán, Chiapas, respecto al cambio climático y las adaptaciones que han realizado en sus prácticas agrícolas. A través de este análisis, se busca contribuir al entendimiento de los desafíos y oportunidades que enfrentan estas comunidades en la búsqueda de prácticas más sostenibles y resilientes frente a los cambios ambientales actuales y futuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Tecpatán, Chiapas, México. Este municipio abarca 1,236.22 km² y se encuentra a una altitud de 320 a 1800 metros sobre el nivel del mar. La temperatura se mantiene en un rango de 20 a 28°C y la precipitación entre 1500 y 3000 mm anuales. Los principales climas presentes son cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (49.92%) y cálido húmedo con lluvias todo el año (49.57%) (INEGI, 2010). Las localidades de estudio incluyeron seis comunidades con índices de marginación entre alto y muy alto: Luis Espinosa (1522 habitantes), Cuchay Gien (145 habitantes), Nuevo Quechula (245 habitantes), Juan Sabines (712 habitantes), San Luis Cushipac (300 habitantes), y Nuevo General Francisco Villa (300 habitantes). Las actividades predominantes en estas comunidades son la agricultura de subsistencia de maíz y frijol, la ganadería bovina de doble propósito, y la pesca en agua dulce.

Encuestas y talleres participativos

Se llevaron a cabo encuestas con preguntas cerradas y abiertas para recolectar datos primarios de los habitantes de las comunidades, divididas en cuatro secciones: 1) Datos personales y socioeconómicos; 2) Percepción del cambio climático; 3) Cambios tecnológicos en la producción agrícola adaptados a los efectos del clima; 4) Acciones de mitigación y adaptación tomadas por los agricultores, incluyendo conservación de recursos naturales. Posteriormente, los datos se contrastaron mediante talleres participativos siguiendo el enfoque de Investigación de Acción Participativa (IAP). Las encuestas se realizaron a una persona mayor de edad por familia, sin discriminación, y con consentimiento informado.

Análisis de los registros de temperaturas y precipitación histórica

Se obtuvieron registros de temperatura media diaria y precipitación diaria del municipio de Tecpatán, Chiapas, desde enero de 1970 hasta diciembre de 2017 de la estación climatológica "Yamngo" (17°07'0.00" N y 93°19'50.00" O) operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para identificar diferencias estadísticas en los registros climatológicos entre los 1970-2017, utilizando el software estadístico R Core-Team 2021.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 271 encuestas distribuidas en seis comunidades del municipio de Tecpatán: San Luis Cushipac (50), Luis Espinosa (49), Juan Sabines (49), Cuchay Gyén (50), Nuevo Quechula (22) y Francisco Villa (51). En cada comunidad se llevó a cabo un taller participativo para complementar la información recolectada a través de las encuestas.

Percepción de los pobladores hacia el cambio climático

Los resultados muestran una conciencia generalizada del cambio climático entre los pobladores. El 96.67% (n=262) de las personas encuestadas percibe cambios en el clima desde su infancia, principalmente en temperatura y patrones de lluvia. El 97.40% (n=263) nota un aumento en la temperatura en los últimos 10-20 años, mientras que el 98.89% (n=268) indica cambios en el régimen de lluvias. Esta alta percepción del cambio climático está en línea con estudios similares en otras regiones rurales de América Latina (Meldrum et al., 2018; Altea, 2020). Sin embargo, es importante considerar que la percepción puede estar influenciada por factores como la memoria selectiva, la amplificación social del riesgo y la exposición a información mediática (Weber, 2010). Interesantemente, existe una discrepancia entre la percepción de cambios en los patrones de lluvia y los datos históricos de precipitación proporcionados por CONAGUA. Mientras que los pobladores reportan cambios significativos, los registros muestran una relativa estabilidad. Esta diferencia podría explicarse por la influencia de eventos extremos recientes en la memoria colectiva, variaciones locales no reflejadas en los promedios regionales, o cambios en la distribución temporal de las lluvias que afectan la agricultura sin alterar el volumen total de precipitación. Esta discrepancia subraya la importancia de combinar datos científicos con conocimientos locales para una comprensión más completa de los impactos del cambio climático a nivel local (Fernández-Llamazares et al., 2017).

Adaptaciones en las prácticas agrícolas

Este trabajo revela adaptaciones autónomas de los agricultores a los cambios percibidos en el clima. Se observa un ajuste en las fechas de siembra y cosecha de aproximadamente 30 días, una estrategia común en comunidades agrícolas documentada en otros estudios (Altieri & Nicholls, 2017). Sin embargo, la adopción de adaptaciones más tecnológicas es limitada. Solo una pequeña proporción de agricultores ha introducido variedades resistentes a plagas (n=14, 5.61%) o al calor y sequía (n=31, 11.43%). Esto sugiere la existencia de barreras como la falta de acceso a nuevas variedades, limitaciones económicas, preferencias culturales por variedades tradicionales, o falta de conocimiento sobre nuevas opciones. Preocupantemente, el 36.16% (n=98) de los agricultores considera que el suelo ha sufrido reseca debido al cambio climático, y el 36.90% (n=100) reporta una reducción en sus cosechas debido a la falta de lluvias. Estas percepciones han llevado a medidas como la reducción de la superficie de siembra (16.23%, n=44) y el abandono de cultivos tradicionales (7.74%, n=21). Se podrían tener implicaciones negativas a largo plazo para la seguridad alimentaria y la preservación de prácticas agrícolas.

Mitigación y gestión de recursos

Las comunidades han adoptado medidas de mitigación proactivas, como la formación de "comités del agua" para gestionar los recursos hídricos, reforestación y prohibición de la tala en áreas de reserva. Estas iniciativas demuestran una capacidad local para la gestión sostenible de recursos naturales y están alineadas con enfoques de mitigación basada en ecosistemas que han mostrado ser efectivos en aumentar la resiliencia comunitaria (Reid et al., 2019).

Implicaciones y recomendaciones

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones para el diseño de políticas y programas de desarrollo rural:

1. Es necesario mejorar la comunicación de información climática científica en las comunidades locales para ayudar a alinear las percepciones con los datos observados.
2. Se requieren programas de apoyo para facilitar la adopción de prácticas agrícolas resilientes al clima, incluyendo el acceso a variedades de cultivos adaptadas y tecnologías apropiadas.
3. Las iniciativas de adaptación deben basarse en fortalecer las estrategias de gestión de recursos existentes a nivel comunitario.
4. Es crucial desarrollar alternativas económicas sostenibles para reducir la vulnerabilidad de las comunidades que dependen de la agricultura de subsistencia.

CONCLUSIONES

El estudio revela que los pobladores de Tecpatán tienen una alta percepción del cambio climático y han realizado adaptaciones en sus prácticas agrícolas, especialmente ajustando los ciclos de siembra y cosecha, aunque la adopción de nuevas tecnologías o variedades de cultivos sigue siendo limitada. Las comunidades han comenzado a implementar medidas de mitigación, centradas principalmente en la gestión del agua y la conservación forestal. No obstante, es necesario desarrollar estrategias de adaptación más sólidas y sostenibles a largo plazo. Para ello, es crucial combinar el conocimiento local con datos científicos, implementar políticas y programas que respalden a estas comunidades en la adopción de medidas más efectivas, e incrementar la inversión en investigación y desarrollo de tecnologías que promuevan una producción agrícola más resiliente al cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todos los habitantes de las comunidades de San Luis Cushipac, Luis Espinosa, Juan Sabines, Cuchay Gyén, Nuevo Quechula y Francisco Villa, en el municipio de Tecpatán, Chiapas, que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos para este estudio. Su participación en las encuestas y talleres ha sido fundamental para comprender las percepciones locales sobre el cambio climático y las estrategias de adaptación en la región.

REFERENCIAS

- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 2017. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*. 140:33-45. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Fernández-Llamazares, Á., García, R.A., Díaz-Reviriego, I., Cabeza, M., Pyhälä, A., Reyes-García, V. 2017. An empirically tested overlap between indigenous and scientific knowledge of a changing climate in Bolivian Amazonia. *Regional Environmental Change*. 17:1673-1685. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1125-5>
- González Expósito, C., Sureda Carbonell, B. 2024. Autoconsumo y eficiencia: Visión futura. *Research advances in Graphic and Design Engineering at the UPC BarcelonaTech*. OmniaScience. p. 111-125. ISBN 978-84-126475-7-0. DOI 10.3926/ege2024.
- INEGI. Compendio de información geográfica municipal 2010. Tecpatán, Chiapas. 2010. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07092.pdf
- Meldrum, G., Mijatović, D., Rojas, W., Flores, J., Pinto, M., Mamani, G., ... & Padulosi, S. 2018. Climate change and crop diversity: farmers' perceptions and adaptation on the Bolivian Altiplano. *Environment, Development and Sustainability*. 20:703-730. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9906-4>
- Reid, H., Hou Jones, X., Porras, I., Hicks, C., Wicander, S., Seddon, N., ... & Roe, D. 2019. Is ecosystem-based adaptation effective? Perceptions and lessons learned from 13 project sites. IIED Research Report. IIED, London. <https://www.iied.org/17651IIED>
- Weber, E.U. 2010. What shapes perceptions of climate change? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. 1:332-342. <https://doi.org/10.1002/wc>

INTERACCIÓN DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ EN DISTINTO REGIMEN DE HÚMEDAD

García-Ramírez A.¹, Sifuentes-Camacho A.M.², Castillo-Márquez R. del C.², López-Santillán J.A.², Estrada-Drouaillet B.², Reséndiz-Ramírez Z.³ y Mayek-Pérez N.⁴

¹Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Av. Latinoamericana # 1101, Col. Revolución, 60150 Uruapan, Michoacán, México

²Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Centro Universitario Victoria, Campus, 87149 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

³Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), Carr. Matamoros-Reynosa Km 61, Col. Zona Rural, 88900 Río Bravo, Tamaulipas, México.

⁴Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional (IPN), Blvd. del Maestro s/n esq., Col. Narciso Mendoza, 88710 Reynosa, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: ramirez.alejandro@inifap.gob.mx

Resumen

Palabras clave: *Zea mays*, temporal, riego, cultivar×condición.

Para identificar cultivares de maíz con mayor rendimiento y estabilidad, se requiere considerar las interacciones del genotipo×régimen de humedad sobre el rendimiento de grano, por lo que el objetivo fue evaluar la interacción del rendimiento de grano y sus componentes de cultivares de maíz en condiciones de riego y temporal. Durante el ciclo OI 2022-23 en Padilla, Tamaulipas, México. De 9 cruces de maíz nativo de Tamaulipas y un híbrido comercial, se evaluó el rendimiento de grano y sus componentes (RGP, NGM y PIG). La interacción Cultivar×Condición solo fue significativa para RGP y PIG. En la interacción Cultivares×Condición destacan VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 y H-440, estos son cultivares sobresalientes y estables para rendimiento de grano por planta explicado por el peso individual de grano, ya que destacaron en ambas condiciones de humedad (riego y temporal).

INTERACTION OF MAIZE GRAIN YIELD IN DISTINCT MOISTURE REGIMES

Keywords: *Zea mays*, rainfed, irrigation, cultivar×condition.

Abstract

To identify maize cultivars with higher yield and stability, requires to consider the interactions of genotype × moisture regime on grain yield, so the objective was to evaluate the interaction of grain yield and its components of corn cultivars under irrigated and rainfed conditions. During the OI 2022-23 cycle in Padilla, Tamaulipas, Mexico. From 9 crosses of native corn from Tamaulipas and a commercial hybrid, grain yield and its components (RGP, NGM and PIG) were evaluated. The Cultivar×Condition interaction was only significant for RGP and PIG. In the Cultivars×Condition interaction, VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 and H-440 stand out, these are outstanding and stable cultivars for grain yield per plant explained by individual grain weight, since they stood out in both humidity conditions (irrigation and rainfed).

INTRODUCCIÓN

En trabajos relacionados con el ambiente de selección y evaluación de genotipos de maíz, la mayoría coinciden en que, si la selección se hace en un ambiente adecuado, la respuesta es más efectiva que en aquellos restrictivos (Márquez *et al.*, 1999), en este sentido, se considera que el comportamiento fenotípico de cultivares de maíz se deben a factores genéticos, al ambiente en que se desarrollan y a la interacción entre estos. Considerar los efectos de interacción genotipo×ambiente es uno de los principales desafíos para identificar aquellos cultivares con mayor rendimiento que presenten estabilidad, es decir, aquellos cultivares que en varios ambientes su rendimiento sea sobresaliente (Espinosa *et al.*, 2018). Por su parte, el rendimiento de grano de maíz es una característica cuantitativa es determinada por múltiples genes que interactúan entre sí con factores ambientales (Ureta *et al.*, 2020). Uno de los principales factores que afectan al cultivo de maíz es la humedad del suelo, el cultivo se ve afectado por baja disponibilidad y/o por el exceso en cualquier etapa fenológica (Singamsetti *et al.*, 2021), por lo que es importante considerar la respuesta de las interacciones del genotipo×régimen de humedad sobre el rendimiento de grano, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la interacción del rendimiento de grano y sus componentes de cultivares de maíz en condiciones de riego y temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se desarrolló durante el ciclo otoño-invierno 2022-23 en el rancho “Las Águilas”, perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, ubicado en el municipio de Padilla, Tamaulipas, México. Se utilizaron nueve cruza derivadas de maíz nativo de Tamaulipas (García-Ramírez *et al.*, 2024) y como testigo el híbrido de maíz H-440, recomendado por el INIFAP para la región. Los cultivares se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande fue la condición de humedad (temporal y riego) y la pequeña los cultivares (cruzas).

Variables evaluadas

Se evaluó el rendimiento de grano por planta (RGP, en g), este se obtuvo mediante una muestra de cinco mazorcas por parcela experimental (5 m) con 25 plantas. Así mismo, a cinco mazorcas representativas se les evaluaron los principales componentes del rendimiento de grano, el número de granos por mazorca (NGM) y el peso individual de grano (PIG, en mg).

Análisis de los datos

Las variables obtenidas se analizaron con el procedimiento PROC GLM en SAS. A las variables que presentaron significancia en interacción Cultivar×Condición, se les analizó cada factor dentro de cada uno de los niveles del otro factor. Las variables que presentaron significancia se sometieron a una prueba de comparación de medias de Tukey ($P=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Varianza

Los resultados del análisis de varianza muestran que, existieron significancias estadísticas ($P\leq 0.05$) entre cultivares y condiciones de humedad para todas las variables evaluadas (**Cuadro 1**), mientras que la interacción Cultivar×Condición fue significativa (**Cuadro 1**) únicamente para las variables RGP y PIG, por lo que se considera que al menos uno de las cruza de maíz nativo de Tamaulipas evaluadas, respondió distinto entre las condiciones de riego y temporal (Condición de humedad), respectivamente, por lo que se analizó cada cultivar en cada condición de humedad y viceversa.

Cuadro 1. Análisis de varianza de cruzas de maíz nativo de Tamaulipas evaluados en condiciones de riego y temporal.

Fuente	RGP (g)	NGM	PIG (mg)
Cultivares	7889.8*	26952.4*	35600.7*
Condición de humedad	4914.2*	42666.7*	2720.3*
Cultivares×Condición	540.7*	5503.1 ^{ns}	1499.7*
Repetición	73.0 ^{ns}	241.9 ^{ns}	312.4*
C.V.	6.1	6.6	2.2

RGP: Rendimiento de grano por planta (g); NGM: Número de granos por mazorca; PIG: Peso individual de grano (mg); C. V.: Coeficiente de variación; *Significancia estadística ($P \leq 0.05$); ^{ns}: No significativo ($P > 0.05$).

Se dice que la respuesta depende de los cultivares utilizados, el ambiente en el que se desarrollan y la interacción entre estos, por lo que conocer la respuesta del rendimiento de grano de maíz en condiciones de riego y temporal permite identificar y seleccionar aquellos genotipos sobresalientes en condiciones específicas para la obtención de mayor rendimiento de grano (Márquez *et al.*, 1999; Espinosa *et al.*, 2018).

Comparación de Medias de las Interacciones

El rendimiento de grano por planta (RGP) se en condiciones de Riego mantuvo en un rango promedio de 68.3-107.0 g y para peso individual de grano (PIG) entre 235.3-296.0 mg (**Cuadro 2**), mientras que en condiciones de Temporal el RGP y PIG se mantuvieron entre 51.3-83.3 g y 226.8-290.0 mg (**Cuadro 2**), respuesta esperada según Montesillo-Cedillo (2016) en condiciones de riego se les atribuye un mayor rendimiento de grano, respecto del que se obtiene en temporal.

Cuadro 2. Rendimiento de grano y sus componentes de cruzas de maíz nativo de Tamaulipas evaluados en condiciones de riego y temporal.

Cultivar	RGP (g)			PIG (mg)		
	Riego	Temporal	Media	Riego	Temporal	Media
VHA×L3	101.7 a	83.3 bcde	92.5 AB	285.0 abc	283.3 abc	284.2 AB
VHA×CAM	77.7 defg	60.3 hi	69.0 D	239.0 d	231.7 de	235.3 DE
VHA×L4	97.3 ab	69.3 efgh	83.3 BC	267.7 c	247.7 d	257.7 C
L3×MOR	71.0 efgh	63.0 ghi	67.0 D	242.3 d	238.7 d	240.5 D
VHA×L1	93.0 abc	76.0 defg	84.5 ABC	291.0 ab	274.0 bc	282.5 AB
MOR×L3	68.3 gh	59.3 hi	63.8 D	235.3 de	218.3 ef	226.8 E
L6×MOR	70.3 efgh	51.3 i	60.8 D	249.0 d	213.0 f	231.0 DE
MOR×L1	107.0 a	80.3 cdef	93.7 A	296.0 a	277.3 bc	286.7 AB
VHA×VCII	86.7 bcd	67.3 gh	77.0 CD	279.0 abc	276.3 bc	277.7 B
H-440	96.7 ab	78.3 cdef	87.5 AB	295.3 a	284.7 abc	290.0 A
DMS		14.825	9.2597		17.898	11.179

RGP: Rendimiento de grano por planta (g); PIG: Peso individual de grano (mg); DMS: Diferencia mínima significativa (Tukey); ^{a,b,c}: Literales diferentes entre columnas indican diferencias entre condiciones de humedad (Tukey, $P=0.05$); ^{A,B,C}: Literales diferentes entre filas indican diferencias entre cultivares (Tukey, $P=0.05$).

Entre cultivares en los dos regímenes de humedad, destacan VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 con RGP estadísticamente similar al híbrido H-440, mientras que para PIG, destacan VHA×L3, VHA×L1, MOR×L1 estadísticamente iguales al testigo (**Cuadro 2**). En condiciones de Riego los cultivares que presentaron mayor RGP fueron VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 y VHA×VCII, estos presentaron rendimiento de grano, similar al híbrido H-440, mientras que, en condiciones de Temporal, estos mismos cruzamientos a excepción VHA×VCII, fueron estadísticamente similares al híbrido comercial (**Cuadro 2**). Por su parte para la variable PIG, tanto en condiciones de Riego como Temporal destacan VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 y VHA×VCII, iguales estadísticamente al testigo, por lo que la respuesta de la interacción entre condiciones de humedad y cultivares, sobre el rendimiento de grano es explicada principalmente por el peso individual de grano. La cruz VHA×VCII, este se observa que para RGP fue similar al H-440 en condiciones de Riego, mientras que en Temporal fue diferente, a pesar de ser estable en los dos regímenes de humedad para PIG, por lo que este cultivar su respuesta es sobresaliente específicamente en condiciones de Riego. De manera general destacan VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 y H-440, estos son estables para rendimiento de grano explicado por el peso individual de grano, ya que en ambas condiciones de humedad (riego y temporal) fueron sobresalientes (Espinosa *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

En la interacción Cultivares×Condición de humedad destacan VHA×L3, VHA×L4, VHA×L1, MOR×L1 y H-440, estos son cultivares sobresalientes y estables para rendimiento de grano por planta explicado por el peso individual de grano, ya que en ambas condiciones de humedad (riego y temporal) fueron destacados.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT, por todo el apoyo y facilidades otorgadas.

REFERENCIAS

- Espinosa P.N, Martínez J.S., Ariza R.F., Cadena I.P., Ramírez C.A.L. y Villegas A.Y., 2018. Rendimiento y estabilidad de híbridos experimentales de maíz cultivados en el centro de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 5:88-97.
- García-Ramírez A., López-Santillán J. A., Estrada-Drouaillet B., Poot-Poot W. A., Varela-Fuentes S. E., Reséndiz-Ramírez Z. and Mayek-Pérez N., 2024. Cardinal temperatures of populations developed from native maize (*Zea mays* L.) from central and southern, Tamaulipas, Mexico. *Agro Productividad*. 17:49-52. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i4.2588>
- Márquez S.F., Carrera V.J.A., Barrera G.E., Sahagún C.L. y Sierra M.M., 1999. Influencia del ambiente de selección en el mejoramiento de razas de maíz por retrocruza limitada. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 22:1-15.
- Montesillo-Cedillo J. L., 2016. Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. *Economía Informa*. 398:60-74. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.04.005>
- Singamsetti A., Shahi J.P., Zaidi P.H., Seetharam K., Vinayan M.T., Kumar M., Singla S., Shikha K. and Madankar K., 2021. Genotype × environment interaction and selection of maize (*Zea mays* L.) hybrids across moisture regimes. *Field Crops Research*. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108224>
- Ureta C., González E.J., Espinosa A., Trueba A., Piñeyro-Nelson A. and Álvarez-Buylla E.R., 2020. Maize yield in México under climate change. *Agricultural Systems* 177:102697. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102697>

OPTIMIZACIÓN DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE CAÑA DE AZÚCAR

Patishtan Pérez J.^{1*} y Felipe Victoriano M.¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Las Huastecas (CEHUAS), Carretera Tampico–Mante km 55, 89610, Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia:

Palabras clave:
Fertilización-NPK,
sustratos de
crecimiento, plántulas
de caña de azúcar.

Resumen

La caña de azúcar es un cultivo de gran relevancia mundial. Este estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Las Huastecas del INIFAP, con el objetivo de optimizar prácticas agronómicas para la producción de plántulas de caña de azúcar. Las charolas de 50 cavidades son los contenedores más aptos porque facilitan el desarrollo compacto de raíces, tallos y hojas, y también el transporte y trasplante en campo abierto. Respecto a sustratos, el compost local y el sustrato comercial promovieron un crecimiento óptimo de las plántulas, en contraste con la arena y suelo arcilloso. Se observó que las yemas de las secciones media y apical aumentan significativamente las tasas de germinación. La fertilización con NPK en concentraciones adecuadas, combinada con reguladores de crecimiento y microorganismos benéficos, mejoraron la biomasa de las plántulas, evidenciando el potencial de estas prácticas para aumentar la eficiencia y sostenibilidad de la producción de caña de azúcar.

OPTIMISING AGRONOMIC APPROACHES FOR SUGARCANE SEEDLING PRODUCTION¹

Keywords: NPK-fertilisation, growth-substrates, sugarcane seedlings.

Abstract

Sugarcane is a crop of global significance. This study was conducted at the Las Huastecas Experimental Field of INIFAP, aiming to optimise agronomic practices for sugarcane seedling production. P50 trays were identified as the most effective containers, as they support the compact development of roots, stems, and shoots, while also facilitating transport and transplantation in field conditions. Regarding substrates, local compost and commercial substrates were highly effective in promoting optimal seedling growth compared to sand and clay soils. It was observed that using bud chips from the middle and apical sections of sugarcane stalks significantly enhanced germination rates. Chemical fertilisation with NPK at optimal concentrations, combined with growth regulators and beneficial microorganisms, significantly increased the biomass of roots and shoots. These findings highlight the potential of these practices to improve the efficiency and sustainability of sugarcane production, thus contributing to more sustainable agricultural systems.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum spp.*) es un cultivo de importancia global, especialmente en regiones tropicales y subtropicales, donde se cultiva principalmente para la producción de azúcar, y otros subproductos como bioetanol, melaza, el bagazo y diversos productos químicos industriales, lo que subraya su importancia económica (Vandenberghé *et al.*, 2022). En países como Brasil, India y México, el cultivo de caña de azúcar desempeña un papel fundamental en la economía agrícola, proporcionando empleo e ingresos significativos a millones de agricultores (Statista, 2021). Sin embargo, el cultivo intensivo de caña de azúcar enfrenta desafíos relevantes, como el agotamiento de nutrientes del suelo, el elevado consumo de agua y los impactos ambientales asociados con las prácticas de monocultivo (Putra *et al.*, 2020). Para abordar estos desafíos y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del cultivo, es fundamental la implementación de prácticas agrícolas sostenibles. Un área crítica de enfoque en este contexto es la optimización de la producción de plántulas de caña de azúcar, lo cual es esencial para alcanzar rendimientos óptimos y mantener altos estándares de producción. Este estudio se propuso mejorar las prácticas agronómicas para la producción de plantas de caña de azúcar mediante la selección de segmentos óptimos de tallos, el uso de contenedores y sustratos eficientes, y la aplicación de fertilizantes NPK en combinación con fitohormonas y microorganismos beneficiosos, con el objetivo de potenciar el crecimiento radicular y la brotación de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental Las Huastecas del INIFAP, ubicado en una zona subtropical cálida y húmeda con una precipitación anual de 800-1000 mm y temperaturas de 25-27 °C. En los experimentos se utilizaron tallos sanos de ocho meses de la variedad ColMex 94-8.

Evaluación de tipos de contenedores y sustratos

Se evaluó la eficacia de bolsas de polietileno, vasos de unicel y charolas de 50 cavidades con sustrato comercial peat moss, en base al crecimiento y la eficiencia del aprovechamiento de espacio dentro de un macrotúnel. También se realizó un experimento con diferentes sustratos, utilizando suelo arcilloso, arena, compost local y sustrato comercial en charolas de 50 cavidades a capacidad de campo. Paralelamente, se evaluaron segmentos basales, de sección media y apical de tallos de caña de azúcar para determinar el segmento óptimo de producción de plántulas. Para los experimentos se empleó la siguiente metodología, los tallos despajados se cortaron transversalmente, y las secciones, ~1 cm a cada lado de la yema se sumergieron en una solución nutritiva con NPK (428, 170, 311 ppm, respectivamente) durante diez minutos, junto con un enraizador comercial para mejorar el desarrollo radicular. Las yemas se sembraron verticalmente en los contenedores con los diferentes sustratos al 70 % de humedad. Para las siembras en charolas, se apilaron cuatro y se cubrieron con polietileno negro durante 5-7 días para mantener temperaturas de 25-30 °C y una humedad relativamente estable. Después de la germinación, las plántulas fueron regadas diariamente con un volumen entre 400 y 600 mL charola⁻¹. El porcentaje de germinación se registraron a los 7 días y a los 30 días la biomasa fresca de raíz, hojas/tallos.

Fertilización con NPK, reguladores de crecimiento y microorganismos benéficos

Para optimizar la aplicación de fertilizantes NPK, se establecieron experimentos siguiendo la metodología descrita en el experimento anterior en lo referente a la siembra de yemas en charolas de 50 cavidades, adicionalmente las plantas se regaron dos veces por semana con 500 mL charola⁻¹ con una solución nutritiva de urea, fosfato monoamónico (MAP) y sulfato de potasio (KSO₄) con una dosis de: 0.75, 1.5, 3.0 y 6.0 g L⁻¹ de cada fertilizante. Por otra parte, se evaluaron los efectos de fitohormonas y microorganismos benéficos en el crecimiento de las plantas de caña de azúcar sin-NPK y con 428, 170, 311 ppm de NPK.

Análisis de los datos: Los datos colectados se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) para cuantificar la significancia estadística. Cuando se detectaron diferencias significativas a través ANVA, se utilizó la prueba de Diferencia Honesta Significativa de Tukey (HSD) ($P < 0,05$) para comparar las medias entre los diferentes conjuntos de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de tipos de contenedores y sustratos

Las charolas fueron las más eficientes en espacio respecto las bolsas de polietileno y vasos de unicel. No se cuantificó diferencia significativa entre los contenedores (**Figura 1A**). Además, se observó raíces muy desarrolladas, robustas y compactas en las charolas lo que facilita el transporte y trasplante en campo abierto. El crecimiento de las plantas de caña de azúcar varió significativamente entre sustratos. Las plantas en compost local y sustrato comercial mostraron mayor biomasa ($8-9 \text{ g planta}^{-1}$), mientras que las plantas en arena y suelo arcilloso mostraron biomasa entre 5.6 y $6.2 \text{ g planta}^{-1}$. Los valores bajos de biomasa en caña de azúcar en arena y suelo arcilloso probablemente fueron debido a la baja retención de agua y alta compactación, respectivamente (**Figura 1B**). Por otra parte, las yemas de la sección media y apical mostraron tasas de germinación más altas (93% y 100% , respectivamente) en comparación con las yemas ubicados en la parte basal del tallo.

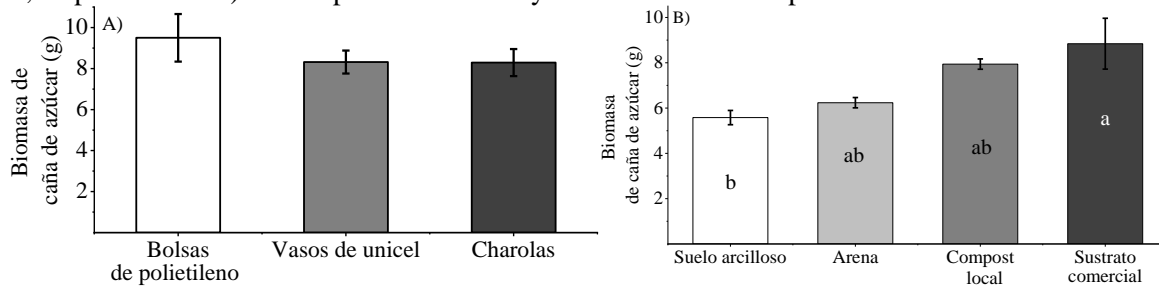


Figura 1. Biomasa fresca de caña de azúcar 30 días después de la siembra (DDS) en diferentes contenedores (A) y diferentes sustratos (B). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba HSD de Tukey, $P \leq 0.05$).

Fertilización con NPK, reguladores de crecimiento y microorganismos benéficos

Uno de los problemas identificados con la fertilización química es la baja biomasa radicular. Por esta razón, se evaluaron diferentes fito-mejoradores de crecimiento sin/con NPK. Los resultados indicaron que la biomasa radicular y aérea fueron significativamente diferente entre tratamientos. La biomasa radicular osciló entre 2.5 a 4.8 g . Los tratamientos sin NPK, el incremento de la biomasa radicular fue entre 9 y 44% . Mientras que combinando NPK y fitoreguladores, el incremento de biomasa radicular fue de 18 a 34% . Por otra parte, la biomasa aérea incrementó entre 10 y 32% aplicando puramente fitoreguladores de crecimiento. En combinación con NPK y fitoreguladores, la biomasa aérea aumentó entre 21 y 38% . Sin y con NPK en la solución nutritiva, los mejores fitoreguladores identificados fueron fitohormonas, micorrizas, *Trichoderma* y consorcio de microorganismos (**Figura 2 A-B**). Las concentraciones diferentes de NPK afectaron significativamente el crecimiento de las plantas. a concentraciones relativamente bajas, se registraron biomasa fresca y longitud aceptable en caña de azúcar. Mientras que concentraciones en altas de NPK afectaron estos rasgos agronómicos. Esta disminución de crecimiento puede estar asociado al estrés osmótico y iónico provocado por las altas concentraciones de NPK (**Figura 2C**).

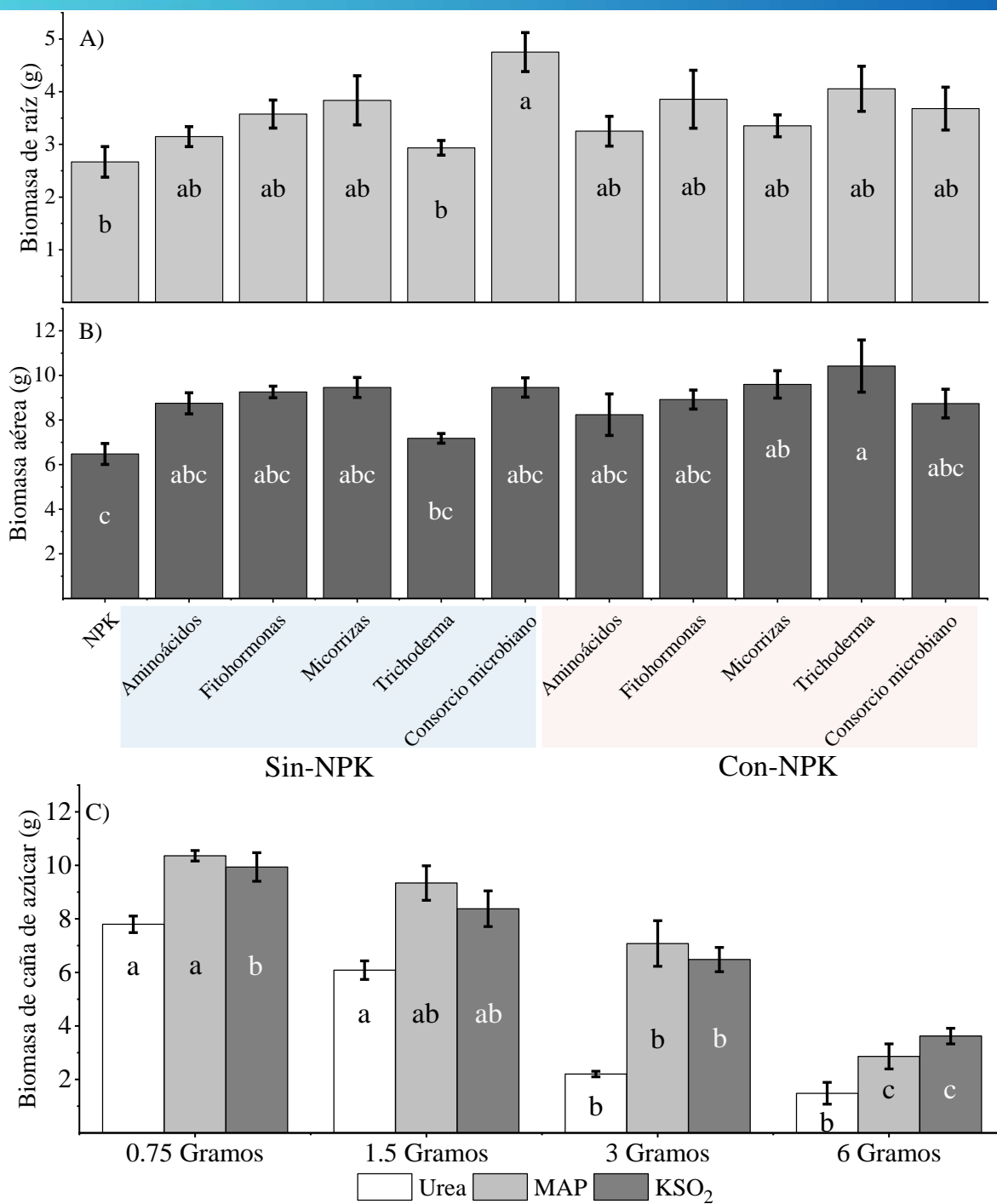


Figura 2. Biomasa de caña de azúcar a los 30 DDS con la aplicación de fitohormonas y microorganismos, biomasa radicular (A), biomasa aérea (B) sin y con NPK. Biomasa de plántulas de caña de azúcar por efecto de diferentes dosis de fertilización (C). Las barras con letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (prueba HSD de Tukey, $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación mostraron que las prácticas agronómicas, incluyendo la selección de semilla, el uso de contenedores adecuados y el uso de sustratos y fertilizantes específicos, puede

mejorar significativamente la calidad de las plántulas de caña de azúcar. Las yemas de las secciones media y apical mostraron alta germinación, lo que sugiere que estos segmentos son los más adecuados para la producción de plántulas. Las charolas de 50 cavidades resultaron ser los contenedores más eficientes, facilitando un buen desarrollo de biomasa radicular y aéreo de las plántulas. En cuanto a los sustratos, el compost local y el sustrato comercial mostraron ser los más aptos para el crecimiento de las plantas de caña de azúcar. Mientras que la fertilización con NPK a concentraciones adecuadas y la incorporación de reguladores de crecimiento y microorganismos benéficos, como fitohormonas, micorrizas y *Trichoderma*, y consorcio microbiano mejoraron la biomasa radicular y aérea, destacando su potencial para incrementar la eficiencia y sostenibilidad en la producción de caña de azúcar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen sinceramente a los técnicos de campo que apoyaron en el establecimiento y toma de datos de los experimentos.

REFERENCIAS

- Putra, R.P., Ranomahera, M.R.R., Rizaludin, M.S., Supriyanto, R., Dewi, V.A.K. (2020). Investigating environmental impacts of long-term monoculture of sugarcane farming in Indonesia through DPSIR framework. *Biodiversitas* 21(10): 4945-4958.
- Statista (2021). Global sugar cane production from 2016 to 2026
- Vandenberghe, L., Valladares-Diestra, K., Bittencourt, G A., Torres, L.Z., Vieira, S., Karp, S.G., Sydney, E., de Carvalho, J.C., Soccol, V.T., Soccol, C.R. (2022). Beyond sugar and ethanol: The future of sugarcane biorefineries in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 167: 112721.

CONDICIÓN CORPORAL Y FERTILIDAD EN VACAS CHAROLAIS TRATADAS CON PGF2 α y GnRH

Ventura-Ríos J.^{1*}, Robles I.G.¹, Peña-Ramos F.M.², Espinoza-Canales A.³, Cigarroa-Vázquez F.A.⁴

¹Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila, México.

²Departamento de Ciencias del Suelo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila, México.

³Unidad Académica de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Zacatecas km.31.5 Carr. Zacatecas Fresnillo, 98500, Enrique Estrada, Zacatecas, México.

⁴Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Chicoasén-Malpasos, km 24.3, San Miguel El cocal, 29625, Copainalá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia: joelventur@gmail.com

Resumen

Palabras clave: GnRH, PGF2 α , *Bos taurus*, ganado de carne, estro.

Se utilizaron 40 vacas de la raza Charolais las cuales fueron agrupadas y evaluadas en cinco tratamientos. Las vacas de condición corporal (c.c.) 3, 4, 5, 6 y 7 se agruparon en los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar, los resultados del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$). El estro se presentó en 24, 48, 72 y 96 h después de la aplicación de PGF2 α ($p<0.05$). La tasa de concepción fue mayor en el T4 con un 88% ($p<0.05$). La aplicación de PGF2 α a intervalos de 14 días y una dosis de GnRH al inicio del protocolo y en el momento de la inseminación artificial, puede mejorar la tasa de concepción en vacas Charolais de condición corporal de 5 y 6 puntos.

BODY CONDITION AND FERTILITY IN CHAROLAIS COWS TREATED WITH PGF2 α AND GnRH

Keywords: GnRH, PGF2 α , *Bos taurus*, beef cattle, estrus.

Abstract

Forty Charolais cows were grouped and evaluated in five treatments. Cows with body condition scores (b.c.s.) 3, 4, 5, 6 and 7 were grouped into treatments 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. A completely randomized design was used, the results of the analysis of variance and the test for comparison of means by the Tukey method ($\alpha = 0.05$). Estrus occurred at 24, 48, 72 and 96 h after the application of PGF2 α ($p < 0.05$). The conception rate was higher in T4 with 88% ($p < 0.05$). The application of PGF2 α at 14-day intervals and a dose of GnRH at the beginning of the protocol and at the time of artificial insemination, can improve the conception rate in Charolais cows with body condition scores of 5 and 6 points.

INTRODUCCIÓN

En las regiones del norte del país predomina la cría de ganado bovino de manera extensiva, donde la alimentación se sustenta mediante pastizales naturales dado que es una fuente de alimento económicamente viable. La nutrición es el elemento principal que ejerce la mayor influencia en la función reproductiva de las hembras de ganado de carne, ya que incide directamente sobre la condición corporal (c.c.). Investigaciones, han contribuido a evaluar el estado nutricional del ganado de carne mediante un puntaje de condición corporal (escala de 1 a 9) y reconocer la relevancia del puntaje en el desempeño reproductivo del ganado de carne (Northcutt *et al.*, 1992). El objetivo principal de las explotaciones ganaderas es lograr un ternero por vaca por año, el rendimiento reproductivo de los hatos, es el factor principal que define la eficiencia de la producción (Cooke *et al.*, 2021). Dentro de este contexto, se han desarrollado biotecnologías reproductivas como el empleo de protocolos de sincronización del estro, inseminación artificial (I.A.) y la inseminación artificial a tiempo fijo (I.A.T.F.). Para tener éxito en el uso de las biotecnologías, es necesario mantener una buena alimentación adecuada en el ganado, un buen estado físico y de salud, así como personal con experiencia para obtener una administración reproductiva exitosa. El objetivo fue evaluar la relación entre la condición corporal y fertilidad en vacas charolais tratadas con cuatro dosis de prostaglandina F2a (PGF2 α) a intervalos de 14 días, y la aplicación de GnRH al día cero del protocolo y al momento de la inseminación artificial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El trabajo se realizó en el rancho experimental “Los Ángeles”, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El rancho se localiza a 34 km al sur de la ciudad de Saltillo, en las coordenadas geográficas siguientes: 25° 04' 12" y 25° 08' 51" LN y 100° 58' 07" y 101° 03' 12" LO a 2150 msnm.

Manejo de los animales

El experimento inició el 19 de agosto y finalizó el 12 de noviembre del 2022. Se utilizaron 40 vacas raza Charolais de dos a seis años de edad con un peso vivo promedio de 420 ± 88 kg, las cuales fueron agrupadas en cinco tratamientos, cada tratamiento estuvo formado de ocho vacas, clasificadas en base a la puntuación de condición corporal para ganado de carne (escala de 1 a 9; (Northcutt *et al.*, 1992). Las vacas de c.c., 3, 4, 5, 6 y 7 se agruparon en los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Todas las vacas se encontraban en condiciones de pastizal y no recibieron ningún tipo de suplementación. Todas las vacas recibieron vía intramuscular en cuatro ocasiones una dosis de 2 ml de PGF2 α (D-Cloprostenol; Croniben; Biogénesis Bagó) a intervalos de 14 días y en dos ocasiones una dosis intramuscular de 2.5 ml de GnRH (Acetato de buserelina; Gonaxal; Biogénesis Bagó), ésta fue administrada al inicio del protocolo junto con la PGF2 α y la segunda en el momento de la inseminación artificial (I.A.). En todos los tratamientos, el estro fue monitoreado bajo la regla am-pm (6:00-10:00 am) y (4:00-6:00 pm) durante 96 h consecutivas a la última aplicación de PGF2 α . Las vacas que mostraron estro fueron inseminadas 10 a 12 h después. Durante el proceso de I.A., se utilizó un Gun Warmer (EM,Tools, Inc) para proteger las pajillas de factores ambientales durante 10 minutos después de descongelar. Las vacas fueron revisadas vía transrectal 40 días posteriores a la I.A. para evaluar la preñez, se utilizó un ultrasonido Sonoscape E1V, equipado con sonda rectal. Las variables, tasa de estros, tasa de servicio y tasa de concepción fueron calculadas en base a Abdullah *et al.* (2015).

Diseño experimental y análisis de los datos

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar, los resultados del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de tukey ($\alpha=0.05$), en las variables tasa de estros y porcentaje de concepción, mostrando diferencias significativas ($p<0.05$) entre grupos, se utilizó el software SAS versión 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de estros y respuesta al estro (h) en función a la última aplicación de la hormona PGF2 α

La tasa de estro fue del 100%. La respuesta al estro, horas después de la aplicación de la última dosis de PGF2 α , fue mayor para el horario de 72 h siendo de 68%, siendo estadísticamente diferente ($p \leq 0.05$) y superior al resto de los horarios evaluados, los cuales mostraron un menor porcentaje de estros a 96 h (5%), 24 h (10%) y 48 h (18%). Entre los horarios de 24, 48 y 96 h después de la aplicación de la última dosis de PGF2 α , no hubo diferencia estadística ($p \geq 0.05$) (Figura 1). La capacidad de utilizar tratamientos hormonales aprobados para controlar el desarrollo de los folículos ováricos, la vida útil del cuerpo lúteo (CL) y la ovulación, impulsó el desarrollo de protocolos de sincronización de estros y la ovulación, que permiten la inseminación artificial en un determinado momento. Investigaciones recientes demuestran que la PGF2 α y GnRH pueden sincronizar el estro y lograr la fertilidad en el ganado bovino (Carvalho *et al.*, 2018). El tratamiento luteolítico con PGF2 α o sus análogos, sólo es eficaz cuando existe un CL funcional desde el día 5 al 16 de un ciclo estral normal, la aplicación exógena de PGF2 α durante el diestro tardío permite sincronizar el estro alrededor de 72 horas después de la aplicación (Roche, 1976).

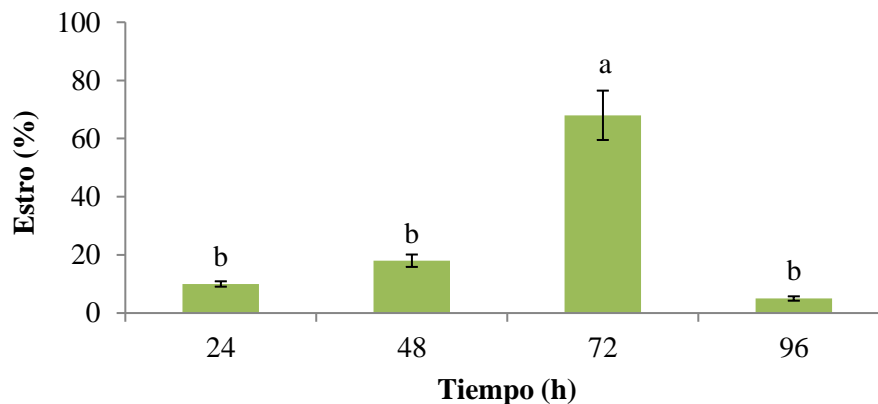


Figura 1. Tasa de estros a diferentes horas después de la última administración de PGF2 α en vacas Charolais.

Tasa de concepción a 40 días

La tasa de concepción fue mayor en animales de condición corporal 6 del tratamiento 4, quienes mostraron el 88% de concepción superando a los animales del tratamiento 1, 2 y 5, quienes mostraron una menor tasa de concepción del 25 %, 38 % y 63 %, respectivamente, ($p < 0.05$), mientras que entre los animales del tratamiento 3 y 4, no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$; Figura 2). Susilorini *et al.* (2019) condujo un estudio con vaquillas lecheras en Indonesia y reportó que las vaquillas que recibieron una aplicación de PGF2 α mostraron una tasa de concepción del 34%, mientras que las que recibieron 2 aplicaciones de PGF2 α mostraron una tasa de concepción del 62%. En vacas *B. indicus* en lactancia con una c.c. de cuatro puntos, Fernández-Figueroa *et al.* (2017) reportaron 41% de concepción, mientras que en vacas de c.c. de seis puntos obtuvieron 51%.

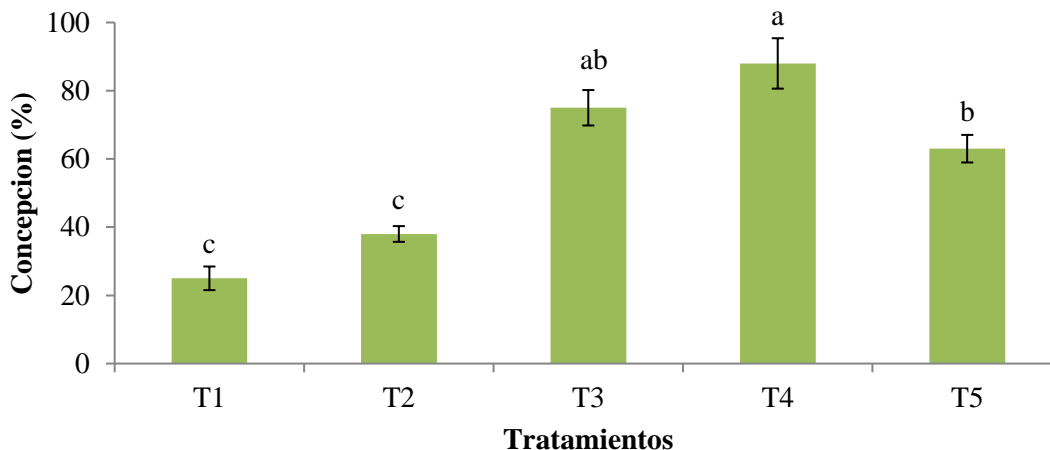


Figura 2. Relación de la condición corporal y tasa de concepción en respuesta al efecto de la aplicación de PGF2 α a intervalos de 14 días.

CONCLUSIONES

La aplicación de PGF2 α a intervalos de 14 días y una dosis de GnRH al inicio del protocolo y en el momento de la inseminación artificial, puede mejorar la tasa de concepción en vacas Charolais de condición corporal de 5 y 6 puntos.

REFERENCIAS

- Abdullah, M., Mohanty, T.K., Patbandha, T.K., Bhakat, M., Madkar, A.R., Kumaresan, A. y Mohanty, A.K. 2015. Pregnancy diagnosis-positive rate and conception rate as indicator of farm reproductive performance. *Indian Journal of Animal Research*. 51(1): 170–174. <https://doi.org/10.5958/0976-0555.2015.00155>.
- Cooke, R. F., Lamb, G. C., Vasconcelos, J. L. M., y Pohler, K. G. 2021. Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of *Bos taurus* and *B . indicus* beef cows. *Animal Reproduction Science*, 232. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106820>
- Fernández-Figueroa, J.A., Arieta-Román, R.J., Tadeo-Cruz, P., González-Aynés, J.F. y Ramírez-Valencia, O. 2017. Porcentaje de concepción en vacas *Bos indicus* utilizando sincronización de estro e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). *REDVET. Rev. electrón. Vet.* 18(11): 1-7.
- Northcutt, S., Wilson, D., Willham, R., 1992. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. *Journal of Animal Science*. 70: 1342–1345. <https://doi.org/10.2527/1992.7051342x>.
- Roche, J. F. 1976. Fertility in cows after treatment with a prostaglandin analogue with or without progesterone. *Journal of Reproduction and Fertility*, 46(2): 341–345. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0460341>
- Susilorini, T. E., Wulan, P. P., y Suyadi, S. 2019. Dairy breeding management: the effect of body weight on conception rate of yearling heifer with PGF2 induced estrus following artificial insemination. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 372(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/372/1/01203>

POTENCIAL FORRAJERO DE MAÍZ INTERCALADO CON LEGUMINOSAS EN CONDICIONES DE TRÓPICO HÚMEDO

Garay-Martínez J.R.^{1*}, Lucio-Ruiz F.², García-Ramírez A.³, Godina-Rodríguez J.E.³
Romero-Treviño, E.M.⁴, Llanes-Gil-López, D.I.⁴, Gutiérrez-Ramos E.A.⁴

¹Campo Experimental Las Huastecas, INIFAP, 89610 Altamira, Tamaulipas, México

²Campo Experimental San Luis, INIFAP, 78432 San Luis Potosí, San Luis Potosí, México

³Campo Experimental Uruapan, INIFAP, 60150 Uruapan, Michoacán, México

⁴Instituto Tecnológico de Altamira, TNM, 89602 Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor de correspondencia: garay.jonathan@inifap.gob.mx

Palabras clave: Maíz nativo, *Mucuna pruriens*, *Centrosema schottii*.

Resumen

Se evaluó el potencial forrajero de maíz intercalado con leguminosas. Los tratamientos estuvieron conformados por dos maíces: híbrido Galileo® y maíz nativo Olotillo y dos leguminosas: *Mucuna pruriens* y *Centrosema schottii*. Se formaron tres grupos: 1) maíz sin leguminosa, 2) maíz+*Centrosema* y 3) maíz+*Mucuna*. Las variables fueron: altura de planta (AP; m), rendimiento (t ha⁻¹) de materia seca total (MST); además de la composición morfológica (%). Las variables se analizaron en un DBCA con tres repeticiones y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). El maíz nativo Olotillo presentó 16 % (0.3 m) mayor AP en comparación con Galileo (P<0.05). Galileo y Olotillo presentaron similar (P>0.05) rendimiento de MST (20.82 y 21.99 t ha⁻¹). Al intercalar Olotillo con *Mucuna*, el rendimiento MST disminuyó 18 % (P<0.05; 16.98 vs. 20.82 t ha⁻¹). Sembrar intercalando Olotillo y *Mucuna*, se puede obtener un forraje con una proporción de leguminosa 24 %.

FORAGE POTENTIAL OF MAIZE INTERCROPPED WITH LEGUMES UNDER HUMID TROPICAL CONDITIONS

Abstract

The forage potential of maize intercropped with legumes was evaluated. The treatments were made up of two maizes: Galileo® hybrid and native Olotillo maize and two legumes: *Mucuna pruriens* and *Centrosema schottii*. Three groups were formed: 1) maize without legumes, 2) maize + *Centrosema* and 3) maize + *Mucuna*. The variables were: plant height (PH; m), yield (t ha⁻¹) of total dry matter (TDM); in addition to the morphological composition (%). The variables were analyzed in a RCBD with three repetitions and the comparison of means using the Tukey test ($\alpha = 0.05$). Native Olotillo maize had 16 % (0.3 m) higher PH compared to Galileo (P<0.05). Galileo and Olotillo presented similar (P>0.05) TDM yield (20.82 and 21.99 t ha⁻¹). When interspersed with *Mucuna*, TDM yield decreased by 18 % (P<0.05; 16.98 vs. 20.82 t ha⁻¹). Sow by interspersing Olotillo and *Mucuna*, you can obtain a forage with a proportion of legume of 24 %.

Keywords: Native corn, *Mucuna pruriens*, *Centrosema schottii*.

INTRODUCCIÓN

El Noreste de México es una región con dificultades en la producción ganadera, ya que durante la época seca la producción de forraje disminuye considerablemente (hasta en 90 %; Garay-Martínez *et al.*, 2018), así como el valor nutritivo, presentando una digestibilidad alrededor de 40 % y contenidos de proteína cruda entre 3 y 5 % (Ávila, 2012). Por lo anterior, durante el periodo de estiaje los productores tienen que recurrir a la utilización de concentrados y suplementos, con lo cual incrementa significativamente los costos de producción, ya que durante esta época dichos insumos aumentan su precio en más del 75 % (Ávila, 2012; Bautista-Martínez *et al.*, 2020). Una manera de hacer frente a lo anterior es con la inclusión de leguminosas en la dieta de los rumiantes, con ello se incrementa el valor nutritivo del alimento, por ende, se mejoran los parámetros productivos. Los cultivos intercalados se consideran como una alternativa prometedora para aumentar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Pierre *et al.*, 2022); por ello la mezcla de maíz con leguminosas puede ser una alternativa para incrementar el valor nutritivo del forraje; sin embargo, hacen falta estudios donde se evalúe el comportamiento de estas plantas intercaladas para determinar el manejo que se les dará para obtener el mayor rendimiento de forraje y valor nutritivo. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el potencial forrajero de maíz intercalado con leguminosas en condiciones de trópico húmedo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el Sitio Experimental Ébano-INIFAP, en el municipio de Ébano, San Luis Potosí durante los meses de junio a noviembre de 2022. Las coordenadas son 22° 10' 8.21" N y 98° 28' 7.63" O, a 19 msnm. El clima del lugar se clasifica como cálido subhúmedo. Las temperaturas máxima y mínima promedio son de 30.4 y 20.1 °C, respectivamente; la precipitación promedio anual del lugar es de 836 mm y el 78 % se presenta en los meses de junio a octubre.

Tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos, los cuales estuvieron conformados por dos maíces: híbrido comercial Galileo® y maíz nativo Olotillo; además de dos leguminosas: *Mucuna pruriens* (L.) DC. y *Centrosema schottii* (Millsp.) K. Schum. (Cuadro 1). Se formaron tres grupos: 1) maíz sin leguminosa, 2) maíz + *Centrosema* y 3) maíz + *Mucuna*.

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar el rendimiento de forraje de maíces intercalado con leguminosas.

No.	Grupo	Tratamiento
1	1	Maíz Galileo
2		Maíz Olotillo
3	2	Maíz Galileo + <i>Centrosema schottii</i> (Millsp.) K. Schum.
4		Maíz Olotillo + <i>Centrosema schottii</i> (Millsp.) K. Schum.
5	3	Maíz Galileo + <i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.
6		Maíz Olotillo + <i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.

Establecimiento del experimento y muestreos

Para la evaluación se utilizaron 18 parcelas de 6 × 4.8 m (28.8 m²) donde se sembraron los maíces y las leguminosas (Cuadro 1). Cada parcela experimental consistió en 6 surcos de 6 m de largo. La preparación de suelo se realizó con un barbecho y rastra cruzada y ocho días antes de la siembra manual (19/jul/2022) se realizó un riego rodado. La siembra de los maíces y leguminosas se realizó

el 27 de julio de 2022. La distancia entre plantas y surcos para maíces fue de 0.15 y 0.80 m, mientras que para leguminosas fue de 0.30 y 0.80 m; lo que dio una densidad de $\approx 83,333$ y $\approx 41,667$ plantas ha^{-1} , para los maíces y leguminosas respectivamente. Se aplicaron dos riegos de auxilio, uno en etapa vegetativa (26/ago/2022) y otro al inicio de floración (25/sep/2022). El control de maleza se realizó de forma manual y para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se realizó una aplicación de Palgus™ (Spinoteram 5.87 %) a una dosis de 100 mL ha^{-1} . El forraje se cosechó cuando los materiales se encontraban entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la línea de leche, que fue alrededor de 88 días después de la siembra (23/oct/2022). Para determinar la altura de planta (AP; m), el rendimiento de forraje (t ha^{-1}) y composición morfológica (%), se utilizó la metodología descrita por Godina *et al.* (2020).

Análisis de los datos

Los datos se analizaron con el procedimiento PROC GLM (SAS, 2003) en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y la comparación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta y rendimiento de materia seca total

Se observó que Olotillo presentó 16 % (0.3 m) mayor altura de planta en comparación con Galileo ($P < 0.05$), los cuales en promedio presentaron 2.3 y 2.0 m, respectivamente (Cuadro 2). Los maíces al asociarlos con las leguminosas, no hubo diferencias en la altura de planta ($P > 0.05$; Cuadro 2). Esto se debe que los maíces nativos, como Olotillo, tienden a presentar mayores alturas en comparación con los híbridos o variedades mejoradas, ya que la selección de estos se ha dirigido principalmente hacia la producción de grano y disminuir la altura para evitar el acame de plantas (Godina *et al.*, 2020). Galileo y Olotillo presentaron similar ($P > 0.05$) rendimiento de MST, el cual osciló entre 20.82 y 21.99 t ha^{-1} (Cuadro 2). Al intercalar el maíz Galileo con *Mucuna*, el rendimiento de MST no se vio afectado, ya que estadísticamente fue similar a cuando el maíz estableció solo (Cuadro 2). Sin embargo, al intercalar el maíz Olotillo con *Mucuna*, el rendimiento MST disminuyó 18 % ($P < 0.05$; 16.98 vs. 20.82 t ha^{-1}). Se ha reportado que la asociación de maíz con leguminosas como gandul (*Cajanus cajan*), mucuna (*Mucuna pruriens*) y frijol de Egipto (*Dolichos lablab*) no afecta el rendimiento total de biomasa (Ngwira *et al.*, 2012; Flores-Sanchez *et al.*, 2013); lo cual se observó en el híbrido Galileo.

Cuadro 2. Altura de planta y rendimiento de materia seca total (MST) de maíces intercalado con leguminosas (*Centrosema schottii* y *Mucuna pruriens*), en condiciones de trópico húmedo.

Tratamientos	Altura de Planta (m)	MST (t ha^{-1})
Galileo	2.1 ab	21.99 a
Olotillo	2.3 a	20.82 a
Galileo + <i>Centrosema</i>	2.0 b	20.56 a
Olotillo + <i>Centrosema</i>	2.3 a	18.98 ab
Galileo + <i>Mucuna</i>	1.9 b	19.18 ab
Olotillo + <i>Mucuna</i>	2.3 a	16.98 b

^{ab}Literales iguales entre filas indican que no existe diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

Rendimiento y composición morfológica del forraje maíz y leguminosas

Dentro de cada uno de los Grupos (G1, G2 y G3), no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.05$), para el rendimiento materia seca total de maíz y leguminosas (Figura 1A). Sin embargo, se observó que al intercalar maíz y *Centrosema schottii*, el crecimiento de la

leguminosa se vio afectado, ya que la proporción de esta respecto al rendimiento de MST fue de 1.9 y 2.7 % (Figura 1A). En contraste, al intercalar maíz con *Mucuna pruriens*, la leguminosa tuvo un mejor desarrollo, ya que la proporción de esta, respecto a la MST osciló entre 16.8 y 24 % (Figura 1A).

Al comparar solo a los maíces (G1) no se encontraron diferencias entre los componentes morfológicos (Figura 1B). Al evaluar los maíces intercalados con *Centrosema* (G2), solo se observó diferencia para la materia muerta (P < 0.05), donde Galileo presentó el mayor valor (8 vs. 3 %; Figura 1B). Al comparar los maíces intercalados con *Mucuna* (G3), solo se observó una disminución en la proporción de mazorca, la cual en promedio fue de 54 a 37 %, para maíz y maíz con *Mucuna*, respectivamente (Figura 1B). Además, se observó diferencia para la proporción de hoja de *Mucuna* (P < 0.05), donde al intercalarla con Olotillo presentó el mayor valor (22 vs. 11 %; Figura 1B). Para que el forraje de maíz presente un alto valor energético, se requiere utilizar materiales que tengan una proporción de mazorca >50 % (Núñez *et al.*, 2003). Ya que, a una mayor proporción de mazorca respecto al rendimiento de MST, incrementa el contenido energético y con ello disminuye de la fibra y por consiguiente aumenta la digestibilidad de la materia seca de forraje (Liu *et al.*, 2021).

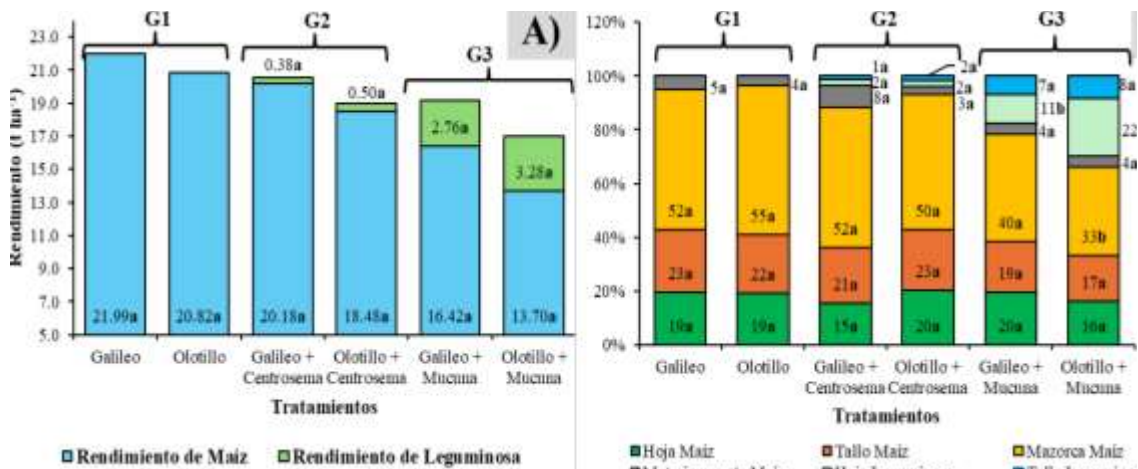


Figura 1. Rendimiento de materia seca total (A) y composición morfológica del forraje (B) de maíz intercalado con leguminosas (*Centrosema schottii* y *Mucuna pruriens*), en condiciones de trópico húmedo. Dentro de grupo (G), medias con literales iguales, indican que no hubo diferencia estadística significativa (Tukey; $\alpha=0.05$).

CONCLUSIONES

Al intercalar maíz y *Centrosema*, la leguminosa no se desarrolló apropiadamente. Al sembrar intercalado maíz y *Mucuna*, se puede obtener un forraje con una proporción de leguminosa entre el 16 y 24 %. Al maíz nativo Olotillo intercalado con *Mucuna* presentó la mayor proporción de leguminosa (24 %).

REFERENCIAS

Ávila, J.M. 2012. Inclusión de forraje de soya en la engorda de becerros en corral para el Sur de Tamaulipas. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). México. 2 p.

- Bautista-Martínez, Y., Granados-Zurita, L., Joaquín-Cancino, S., Ruiz-Albarrán, M., Garay-Martínez, J.R., Infante-Rodríguez, F., Granados Rivera, L.D. 2020. Factores que determinan la producción de becerros en el sistema vaca-cría del Estado de Tabasco, México. *Nova scientia*, 12(25): 1-22. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2117>
- Flores-Sanchez, D., Pastor, A., Lantinga, E. A., Rossing, W.A.H., Kropff, J. 2013. Exploring maize-legume intercropping systems in Southwest Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(7): 739-761. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210409>
- Garay-Martínez, J.R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J.C., Joaquín-Torres, B.M., Limas-Martínez, A.G., Hernández-Meléndez, J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15): 573-581. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>
- Godina, J.E., Garay, J.R., Mendoza, S.I., Joaquín, S., Rocandio, M., Lucio, F. 2020. Rendimiento de forraje y composición morfológica de maíces nativos en condiciones semiáridas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(24): 59-68. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2358>
- Liu, Y., Wang, G., Wu, H., Meng, Q., Khan, M.Z., Zhou, Z. 2021. Effect of hybrid type on fermentation and nutritional parameters of whole plant corn silage. *Animals* 11(6): 1587. <https://doi.org/10.3390/ani11061587>
- Ngwira, A.R, Aune, J.B., Mkwinda, S. 2012. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. *Field Crops Research*, 132: 149-157. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.014>
- Núñez, G., Contreras, E.F., Faz, R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Técnica Pecuaria en México*, 41:37-48.
- Pierre, J.F., Latournerie-Moreno, L., Garruña-Hernández, R., Jacobsen, K.L., Guevara-Hernández, F., Laboski, C.A.M., Ruiz-Sánchez, E. 2022. Maize legume intercropping systems in southern Mexico: A review of benefits and challenges. *Ciencia Rural*, 52(11): e20210409. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210409>
- SAS. 2003. The SAS 9.1 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

LA FRUTICULTURA COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA FORMACIÓN DEL INGENIEROS AGRÓNOMOS Y SU INTEGRACIÓN CON OTRAS UNIDADES DE COMPETENCIAS

Ramos-Carbajal E.¹, Domínguez Alfaro L.B¹, Vázquez Grajales R.L.², Flores Moreno R.³

¹Escuela de Estudios Agropecuarias Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH),

Carr. Chicoasén – Malpasos Km.24.3, Col. San Miguel Los Cocos, C.P. 29620 Copainalá, Chiapas. México

²Dirección de Gestión de la Calidad Institucional. Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex). Carretera Federal los Reyes - Texcoco 14.200 San Miguel Coatlinchán, 56250 Texcoco de Mora, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: erc670819@gmail.com

Resumen

La fruticultura desempeña un papel clave en la formación del ingeniero agrónomo, al integrarse con otras unidades de competencia como el manejo de suelos, la gestión de agua y la sostenibilidad agrícola. Esta disciplina proporciona conocimientos técnicos y prácticos que son esenciales para abordar los desafíos de la agricultura moderna. En este artículo se discute cómo la fruticultura contribuye al desarrollo de competencias en el ingeniero agrónomo, favoreciendo una formación integral que se refleja en su capacidad para diseñar y ejecutar sistemas agrícolas eficientes, productivos y sostenibles. Además, se explora su relación con otras áreas del conocimiento, como la fitopatología, la biotecnología y la economía agrícola.

Fruit growing is a fundamental element in the training of agricultural engineers and its integration with other competence units.

Abstract

Fruit cultivation plays a critical role in training agricultural engineers, integrating with other key competencies such as soil management, water management, and agricultural sustainability. This field of study provides technical and practical knowledge vital for addressing the challenges of modern agriculture. This article discusses how fruit cultivation contributes to development of competencies in the agricultural engineer, favoring comprehensive training that reflects their ability to design and implement efficient, productive, and sustainable agricultural systems. Additionally, it explores its relationship with other areas of knowledge, such as phytopathology, biotechnology, and agricultural economics.

Palabras clave:

árboles frutales;
desarrollo profesional;
agricultura 4.0.

Keywords: fruit trees;
professional
development,
agriculture 4.0.

INTRODUCCIÓN

La fruticultura es una parte de la agronomía que se dedica al estudio, cultivo y manejo de árboles frutales. En el Plan de estudios de Ingeniero Agrónomo, la fruticultura como unidad de competencia en el séptimo semestre, juega un papel importante ya que proporciona a las y los estudiantes los fundamentos necesarios para comprender, cultivar y gestionar eficazmente los árboles frutales, y a enfrentar desafíos únicos debido a factores externos como el clima, las enfermedades y las plagas, todo esto de gran impacto para la agricultura y la alimentación humana. Esta formación se establece a través de una serie de asignaturas y cursos específicos que abordan diversos aspectos de la producción de frutas, desde la biología y fisiología de las plantas hasta las prácticas de manejo y su comercialización.

En este ensayo, expondremos la importancia de la unidad de competencia de fruticultura dentro del Plan de estudios de Ingeniero Agrónomo, analizando su relevancia en términos de producción agrícola y sostenibilidad. Además, examinaremos cómo esta unidad de competencia se integra en el Plan de estudios de este programa educativo, destacando sus principales áreas de enfoque y su importancia en la formación de las y los futuros profesionales agrónomos. Adicionalmente, se hace referencia a cómo la aplicación de estrategias de la Agricultura 4.0 en la fruticultura puede mejorar, la eficiencia, calidad y sostenibilidad de la producción de frutas, y cómo esta integración se refleja en el programa de Ingeniero Agrónomo.

DESARROLLO

La fruticultura es una disciplina crucial en la agronomía, debido a la importancia económica y nutricional de las frutas. Según Rodríguez et al. (2018) plantea que una fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes y fibra en la dieta humana la constituyen las frutas. Además, son cultivos que generan ingresos significativos a los productores, tanto a nivel local como internacional.

En la unidad de competencia fruticultura, las y los estudiantes adquieren conocimientos sobre la biología, fisiología, propagación y manejo de los árboles frutales, así como técnicas de cultivo, fertilización, riego y control de plagas y enfermedades específicas de estas especies. Estos conocimientos son fundamentales para el diseño y gestión eficiente de plantaciones frutícolas, a pequeña y gran escala.

Relación entre la fruticultura y la sostenibilidad

La fruticultura también está estrechamente relacionada con la sostenibilidad agrícola. En un estudio realizado por Gómez-Campo et al. (2020), se destaca el papel de la fruticultura en la conservación de la biodiversidad y el uso razonable de los recursos naturales. Los sistemas agroforestales que incluyen árboles frutales, pueden promover la diversidad biológica, mejorar la calidad del suelo y reducir la erosión, lo que permite contribuir a la sostenibilidad ambiental.

De aquí que se enfatiza a las y los estudiantes, dentro de la competencia de fruticultura, la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles en la producción de frutas. Esto le permite conocer sobre técnicas de manejo integrado de plagas, agricultura orgánica y conservación del agua, que son esenciales para reducir el impacto ambiental de la fruticultura y promover así la sostenibilidad a largo plazo. Además, aprenden la importancia de las frutas como fuente de nutrientes esenciales para la salud humana, por lo que su producción y acceso son básicos para garantizar la seguridad e inocuidad alimentaria a nivel global (FAO, 2019).

Aplicación práctica de la unidad de competencia fruticultura

Además de los fundamentos teóricos, el Plan de estudios de Ingeniero Agrónomo incluye prácticas de campo que permiten al profesional en formación, aplicar sus conocimientos en situaciones reales. Por ejemplo, en la unidad de competencia Fruticultura, las y los estudiantes se forman en técnicas de poda, riego, fertilización y control de plagas y enfermedades específicas de estos cultivos. Estas prácticas les proporcionan habilidades prácticas y experiencia directa en el manejo de frutales y a su vez los prepara para enfrentar los desafíos del ámbito laboral.

Así mismo, la aplicación práctica por parte del profesional en formación en la mejora de la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción de frutas, se demuestra en el estudio realizado por Yahia (2016), que resalta la importancia del manejo poscosecha en la fruticultura, señalando que "la aplicación de prácticas adecuadas de poscosecha puede mejorar significativamente la calidad y la vida útil de las frutas, lo que resulta en mayores ingresos para los productores y una oferta de frutas frescas y saludables para los consumidores".

La integración de la unidad de competencia de Fruticultura con otras unidades de competencias del Plan de estudio.

El Plan de estudios de Ingeniero Agrónomo, incluyen otras unidades de competencia específicas vinculadas con la fruticultura, donde las y los estudiantes adquieren conocimientos teóricos-prácticos sobre la producción frutícola. Estas abarcan temas como la selección de especies, técnicas de propagación, manejo del suelo y el agua, control de enfermedades y plagas, y prácticas de poscosecha.

Por ello podemos decir que la unidad de competencia de fruticultura, no se plantea de manera aislada, sino que está interrelacionada con otras unidades de competencia del plan de estudios de Ingeniero Agrónomo. Por ejemplo, la selección de buenos patrones, es crucial para el éxito de la producción frutícola, el conocimiento de la fisiología vegetal, es fundamental para conocer el ciclo de vida de las plantas y optimizar su crecimiento y producción. Manejar de forma integrada a las plagas y enfermedades, es crucial para garantizar la sanidad de las plantaciones de frutales y maximizar su rendimiento. Además, la gestión sostenible de los recursos naturales, como el suelo y el agua, es esencial para una producción frutícola exitosa a largo plazo.

En congruencia con lo anterior, se hace necesario fortalecer en las y los estudiantes los contenidos relacionados con las unidades de competencia que según varios autores recomiendan:

Biología y Fisiología Vegetal proporciona los fundamentos biológicos y fisiológicos necesarios para comprender el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de los árboles frutales. Así mismo Taiz, & Zeiger. (2014), plantean que en ellos se exploran temas como la fotosíntesis, la respiración, la reproducción y la respuesta de las plantas a factores ambientales y de manejo.

Horticultura: Según Acosta, Aguilar, & Daza, (2016) exponen que esta unidad de competencia se centra específicamente en el cultivo de hortalizas y frutas, abordando aspectos como la selección de especies y variedades, la propagación, el establecimiento de huertos, el manejo del suelo, la nutrición de las plantas, y el control de plagas y enfermedades.

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades: es una unidad de competencia que según Aluja & Liedo, (2019), se enfoca en las estrategias de control de plagas y enfermedades específicas de los cultivos frutales, haciendo hincapié en el uso de métodos integrados y sostenibles para disminuir el impacto ambiental y reducir la dependencia de agroquímicos.

No obstante, estas son solo ejemplos de algunas de las unidades de competencias que se vinculan con la fruticultura, existen otras más como edafología, gestión de agua, sostenibilidad agrícola, fitopatología, biotecnología y la economía agrícola entre otras que en su conjunto brindan gran importancia para el desarrollo de habilidades y destrezas en el manejo de los frutales.

Sin embargo, con el desarrollo de la ciencia y la introducción de los nuevos avances de la tecnología y como la aplicación de estrategias de la Agricultura 4.0. es importante y necesario incorporar temas dentro de la unidad de competencia Fruticultura que puede mejorar la calidad y la sostenibilidad de la producción frutícola, o incorporar al Plan de estudio de Ingeniero Agrónomo, otras unidades de competencias como estrategias de este método de agricultura, para preparar a las y los futuros profesionales en los desafíos específicos de esta disciplina. Ya que como es conocido, la Agricultura 4.0 ofrece una serie de tecnologías emergentes que pueden transformar la fruticultura. Por ejemplo, los sensores IoT que permiten monitorear en tiempo real variables clave como la humedad y la temperatura del suelo, lo que facilita una gestión más precisa del riego, así como detectar problemas de salud de las plantas. Además, la aplicación de drones con cámaras de alta resolución y espectrómetros, permite la realización de minuciosos análisis de la salud de las plantaciones y la calidad de la fruta, lo que facilita tomar decisiones durante todo el ciclo de cultivo.

Así mismo la implementación y uso de la inteligencia artificial (IA) se hace necesario, dentro de la competencia Fruticultura, la IA facilitará el análisis de datos de sensores, drones y satélites.

De lo anterior se deduce la necesidad de reanalizar y rediseñar el plan de estudio de Ingeniero Agrónomo con una mirada futurista, para así formar los futuros ingenieros para el desarrollo de nuestra sociedad.

CONCLUSIONES

La unidad de competencia Fruticultura es una disciplina fundamental en el programa de Ingeniero Agrónomo debido a su importancia en la agricultura, la sostenibilidad y la seguridad alimentaria por lo que se hace necesario brindar mayor atención.

La integración de la unidad de competencia Fruticultura del Plan de estudios de Ingeniero Agrónomo, proporciona a los estudiantes una formación completa y especializada en el cultivo de frutas, preparándolos para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades en el sector agrícola.

El Plan de estudios y el programa educativo de Ingeniero Agrónomo, requieren de una propuesta que integre las estrategias de la Agricultura 4.0 en la enseñanza de la unidad de competencia Fruticultura.

REFERENCIAS

- Acosta, E., Aguilar, C., & Daza, S. (2016). *Fruticultura tropical*. Universidad Nacional Autónoma de México
- Aluja, M., & Liedo, P. (Eds.). (2019). *Control biológico de plagas en la fruticultura*. Springer.
- Brandenburg, R. L., & McNew, R. W. (2019). *Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa*. Springer Nature.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). *Fruticultura y seguridad alimentaria: desafíos y oportunidades para el desarrollo agrícola*. Roma: FAO.
- Gómez-Campo, C., Torres, A. M., & García, E. (2020). Fruticultura sostenible: conservación de la biodiversidad y uso de los recursos naturales. *Agroforestería para el Desarrollo Sostenible*, 7(1), 45-56.
- Hossain, M. S., & Alam, M. J. (2020). Internet of things (IoT) applications for agriculture: Smart farming in 4.0 era. In *Internet of things (IoT) for agriculture* (pp. 59-86). Springer, Cham.
- OECD. (2019). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Rodríguez, G., Escalante, A., & Ramírez, J. (2018). Importancia de la fruticultura en la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 117-125.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2014). *Fisiología vegetal*. Artmed Editora.
- UNESCO. (2017). *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the Implementation of Sustainable Development Goal 4*. UNESCO.
- Yahia, E. M. (Ed.). (2016). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote*. Woodhead Publishing.