

Agro-Divulgación

Año 4 • Volumen 4 • Número 2 •
marzo-abril, 2024

Introducción de nuevos cultivos 7

Participación de la mujer en el programa
Producción para el Bienestar en
municipios indígenas 11

Aspectos prácticos para considerar la
suplementación de calcio y fósforo en los
pequeños rumiantes 15

Captura de gases de efecto invernadero
emitidos por ovinos en pastoreo 19

Condiciones de bienestar animal en las
unidades de producción cunícola en el
Oriente del Estado de México 23

Larvas de mosca soldado negra (*Hermetia
illucens* L.): una innovación en la alimentación
avícola 27

Ensilado de pasto maralfalfa (*Penisetum* sp.)
asociado con cacahuate forrajero (*Arachis
pinto*) para alimentación de rumiantes 33

y más artículos de interés...

Harina de
(Sphenarium purpurascens)
chapulín

una alternativa de suministro
de proteína animal

página 53




Colegio de
Postgraduados

Contenido

Año 4 • Volumen 4 • Número 2 • marzo-abril, 2024


Semblanza	
Dr. Cesáreo Landeros Sánchez	3
Casos de éxito	
Introducción de nuevos cultivos	7
Participación de la mujer en el programa Producción para el Bienestar en municipios indígenas	11
Aspectos prácticos para considerar la suplementación de calcio y fósforo en los pequeños rumiantes	15
Captura de gases de efecto invernadero emitidos por ovinos en pastoreo	19
Condiciones de bienestar animal en las unidades de producción cunícola en el Oriente del Estado de México	23
Larvas de mosca soldado negra (<i>Hermetia illucens</i> L.): una innovación en la alimentación avícola	27
Ensilado de pasto maralfalfa (<i>Penisetum</i> sp.) asociado con cacahuate forrajero (<i>Arachis pintoi</i>) para alimentación de rumiantes	33
Mediciones zoométricas de corderos Blackbelly en condiciones de trópico para selección fenotípica	37
Calabaza chihua (<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber): ¿Una alternativa al uso de herbicidas?	41
Propuesta de aprovechamiento de la semilla de dátil (<i>Phoenix dactylifera</i>) para elaborar un sustituto de café	45
Implementación de pacas biodigestoras y lombricompostaje para la producción de plantas en el Nogal, Cardonal, Hidalgo	49
Harina de chapulín (<i>Sphenarium purpurascens</i>) una alternativa de suministro de proteína animal	53
Pasta no tóxica de <i>Jatropha curcas</i> L. var. Sevangel: alternativa de interés en la industria alimentaria	57
In extenso	
Huanglongbing: el dragón amarillo que pone en riesgo la citricultura	65
Huanglongbing (HLB) de los Cítricos: Impacto Económico y Variabilidad Genética del Patógeno en México	71

Comité Científico

Dr. Said Infante Gil
Colegio de Postgraduados
México
 0000-0001-9127-2033

Dr. Juan Francisco Aguirre Medina
Universidad Autónoma de Chiapas
México
 0000-0002-8269-7854

Dr. José Luis Yagüe Blanco
Universidad Politécnica de Madrid
España
 0000-0002-7751-8436

Dr. Pedro Cadena Iñiguez
INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)
México
 0000-0002-9726-8972

Dra. Libia Iris Trejo Téllez
Colegio de Postgraduados, México
México
 0000-0001-8496-2095

Comité Editorial

Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza - Editora en Jefe
Dr. Jorge Cadena Iñiguez - Fundador de la revista
Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate - Editor Adjunto
Lic. BLS. Moisés Quintana Arévalo - Cosechador de metadatos
M.C. Valeria Abigail Martínez Sias - Diagramador
M.C. Erika de la Rosa Esquivel - Diseñador
M.A. Ana Luisa Mejía Sandoval - Asistente



Agro-Divulgación

Bases de datos de contenido científico






Agro-Divulgación. Revista impresa de la Editorial del Colegio de Postgraduados, Año 4, Volumen 4, Número 2, marzo-abril 2024. Es una publicación bimestral editada por el Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56264. Tel. 5959284427. <https://agrodivulgacion-colpos.org/index.php/1agrodivulgacion1/index>. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de derechos al uso exclusivo núm. 04-2022-080811045100-102. ISSN: 2954-4483, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización: M.C. Valeria Abigail Martínez Sias. Fecha de última modificación, 14 de mayo de 2024. El tiraje consta de 500 ejemplares.




Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni del Editor de la publicación.

Contacto principal

 Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza
 Guerrero 9, esquina avenida Hidalgo,
C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco,
Estado de México.
 larevalo@colpos.mx

Contacto de soporte

 Soporte
 5959284703
 martinez.valeria@colpos.mx

Directrices para Autoras y Autores

- Naturaleza de los trabajos:** Las contribuciones que se reciban en la revista **Agro-Divulgación** deben ser resultados originales derivados de un trabajo académico de alto nivel sobre los tópicos presentados en la sección de temática y alcance de la revista, la escritura debe ser clara y concisa. Se reciben caso de éxito derivados de la transferencia tecnológica de resultados de investigación ($I+D+i$), desarrollo de nuevas variedades vegetales, desarrollos tecnológicos, patentes, modelos de utilidad, modelos de intervención social (estudios de género, migración, desarrollo rural, psicología social, etc.) de manejo y conservación de recursos naturales, modelos de asociación, organización, comercialización e innovaciones entre otros principales temas que hayan sido adoptados por la sociedad.
- Extensión y formato:** Los artículos deberán estar escritos en archivo editable word.doc o .docx, no se aceptan pdfs ni documentos con candados; con una extensión de 3 a 5 cuartillas máximo para los casos de éxito y de 5 a 10 cuartillas para artículos de divulgación *in extenso*, tamaño carta con márgenes de 2.5 centímetros, Arial de 12 puntos, interlineado doble, sin espacio entre párrafos. Las páginas deberán estar foliadas desde la primera hasta la última en el margen inferior derecho. La extensión total incluye abordaje textual cuadros, figuras, imágenes y todo material adicional. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las secciones principales del artículo deberán escribirse en mayúsculas, negritas y alineadas a la izquierda. Los subtítulos de las secciones se escribirán con mayúsculas sólo la primera letra, negritas y alineadas a la izquierda.
- Exclusividad:** Los trabajos enviados a **Agro-Divulgación** deberán ser inéditos y sus autores se comprometen a no someterlos simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.
- Idiomas de publicación:** Se recibirán textos en español con títulos y contenido en idioma español. Las publicaciones se harán en idioma español.

5. **ID de las y los Autores:** El nombre de los autores se escribirán comenzando con el apellido o apellidos unidos por guion, el primer nombre de pila completo y el segundo (en caso de haberlo) sólo con la inicial mayúscula seguida de punto, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Los nombres de los diferentes autores quedarán separados por puntos y comas (;). Es indispensable que todos y cada uno de los autores proporcionen su número de identificador normalizado ORCID, para mayor información ingresar a orcid.org
6. **Institución de adscripción:** Es indispensable señalar la institución de adscripción y país de todos y cada uno de los autores, indicando exclusivamente la institución de primer nivel, sin recurrir al uso de siglas o acrónimos. En todo caso, incluir población, municipio, estado y país del lugar de adscripción institucional. Al final del país, seguido de las letras C.P., incluir el código postal.
7. **Estructura:** En el texto principal (separado de la página de presentación), los elementos que se deben incluir son: título, resumen y abstract, problema, solución, evidencias gráficas o tablas de resultados, impactos e indicadores (no incluir bibliografía ni agradecimientos).
8. **Título:** Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*. No deberá contener abreviaturas ni exceder de 15 palabras. Se escribirá en Altas y bajas (mayúsculas y minúsculas) como una oración normal. Deberá estar escrito en negritas, centrado y no llevará punto final.
9. **Problema:** Se escribirá el problema, su importancia y limitaciones que genera hacia la sociedad o determinado sector de ésta. Asentará con claridad el estado actual del problema justificando brevemente la investigación realizada. No deberá ser mayor a media cuartilla.
10. **Solución:** Se especificará como se desarrolló la solución, incluyendo el tipo de investigación (laboratorio, campo, experimental, participativa, etc.).
11. **Impactos e indicadores:** Son de acuerdo con indicadores de políticas públicas. Se presentan en una sola sección en forma de cuadro, presentando la innovación, el impacto que se tuvo, un indicador general y específico. Deben ser puntuales, claras y concisas, y no deben llevar discusión, haciendo hincapié en los aspectos nuevos e importantes de los resultados obtenidos y que establezcan los parámetros finales de lo observado en el estudio (**Véase ejemplo en la siguiente página**).
12. **Cuadros:** Deben ser claros, simples y conciso. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro. Se recomienda que los cuadros y ecuaciones se preparen con el editor de tablas y ecuaciones del procesador de textos, evitar enviar cuadros como imágenes. En la versión en español, evitar usar la palabra “Tabla” en lugar de “Cuadro”. Los cuadros deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solos, si se les extrae del artículo.
13. **Uso de siglas y acrónimos:** Para el uso de acrónimos y siglas en el texto, la primera vez que se mencionen, se recomienda escribir el nombre completo al que corresponde y enseguida colocar la sigla entre paréntesis. Ejemplo: Petróleos Mexicanos (Pemex); después sólo Pemex.
14. **Nombres científicos:** Al igual que en el caso anterior, la primera vez que se mencione una especie, se recomienda escribir el nombre común seguido del nombre científico y la abreviatura o inicial del clasificador, entre paréntesis. Ejemplo: tomate (*Solanum lycopersicum* L.); después sólo tomate. En todo caso, se deberán apegar a las normas actuales de clasificación taxonómica de especies.
15. **Elementos gráficos:** Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Las figuras deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Figura 1. Título), y se colocarán en la parte inferior. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPG, TIF, PNG o RAW. Las gráficas o diagramas serán en formato de vectores (CDR, EPS, AI, WMF o XLS). El autor deberá enviar dos fotografías adicionales para ilustrar la página inicial de su contribución. Las figuras deberán contener toda información necesaria para explicarse por sí solas, si se les extrae del artículo.
16. **Unidades.** Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Terciario: Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc. Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento que prestan industrias de las Tecnologías de Información y comunicación, de consultoría empresarial, de planificación financiera, de informática y de investigación científica. Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (<i>I+D+i</i>)	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Gobierno de los Estados		Económico	Económico	Recursos Humanos	Certificaciones
Servicios	Cambia el concepto de un servicio, canal de interacción con el cliente, sistema de prestación de servicios, o conceptos tecnológicos que, de forma individual, pero muy posiblemente en combinación, conduce a una o más funciones renovadas o totalmente nuevas de servicio	Productores independientes		Ambiental Conocimiento	Educación	Comercio	Patentes solicitadas y concedidas
		Comunidades Agrarias		Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Responsabilidad Ambiental	Generación de empleos	Numero de tesis
		Poblaciones en particular			Salud Pública	Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
		Zonas turísticas			Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores	Finanzas Públicas	Número de publicaciones
		Etc.				Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores	Número de familias beneficiadas
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio						Empresas rurales formadas
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Empresas formadas
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo						Transferencias tecnológicas
Innovación de código abierto	Filosofía o metodología pragmática que promueve la redistribución libre y el acceso al diseño final de un producto y los detalles de su implementación					Desarrollo de productos y servicios para la sociedad	
A través de experiencias	Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores					Exportación incremento (%)	
Innovación disruptiva	Ayuda a crear un nuevo mercado y que es capaz de perturbar de tal forma un mercado existente que en pocos años lo desplaza o desaparece. Ejemplos: telefonía móvil, uso de computadoras, hicieron que desplazara o desaparecer tecnologías anteriores.					Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico	
						Reducción de mortalidad	
						Número de empleos generados	

Semblanza

Dr. Cesáreo Landeros Sánchez

(23 noviembre 1956 - 15 de agosto 2021)

El Dr. Cesáreo será recordado por su creatividad, formador incansable de recursos humanos e impulsor del programa de posgrado en Agroecosistemas Tropicales. Tuvo una vida entregada a la investigación en sistemas de riego en caña de azúcar y sobre contaminación derivada por el uso de agroquímicos. Participó activamente en sociedades científicas y fue coorganizador de muchas reuniones y congresos nacionales e internacionales.

Nació en Tlahualilo de Zaragoza, Durango el 23 de noviembre de 1956. La palabra Tlahualilo proviene del náhuatl Tlalli, “tierra fértil” y ahulila, “agua para regadío”, e hizo honor al nombre de su pueblo natal, pues su vida estuvo dedicada por completo al uso del agua para regadío. Estudió para Ingeniero Agrónomo, especialista en Irrigación en la Universidad Autónoma Chapingo y se graduó el 08 de julio de 1983 con la tesis: “Predicción de fechas y láminas de riego mediante computadoras”. En 1987 concluye su Master of Science con especialidad en Agricultural University of Wageningen, Holanda. Obtuvo el grado en enero de 1987 con la tesis: Calculation of drain spacing: a comparison between a numerical solution (finite difference approximation) and Hooghoudt’s and Ernst’s formulae, y en enero de 1995 obtuvo el grado de Philosophy Doctor (PhD) en Cranfield University Silsoe College en Inglaterra con la tesis: Water table fluctuations and solute redistribution.

Fue Coordinador de Operación del CRECIDATH (1983-1984), hoy Campus Veracruz; laboró en el Campus Tabasco como investigador y Subdirector Administrativo. Fue Vocal Profesor del Comité de Programa de Doctorado; Responsable de la LGAC (Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento) en Recursos Naturales, Agroecosistemas y Cambio Climático (RENACC) y Subdirector de Investigación. Participó en Comisiones de la Autoevaluación-



Conacyt del posgrado, en los Comités de Difusión, de Campo y de Laboratorios. Tuvo una relación de trabajo importante con los doctores Iouri Nikolskii Gavrilov, Oscar Luis Palacios Vélez, Luis Rendón Pimentel y muchos otros investigadores. Se distinguió por consolidar cuerpos académicos, en el ITBOCA (Instituto Tecnológico de Boca del Río) y en el propio Campus Veracruz. Fue un personaje activo en Reuniones Científicas-

Tecnológicas Forestal y Agropecuaria de Veracruz, en la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible (SOMAS A.C.); participó en Comités Científicos, como moderador de Mesas de trabajo y editor de Memorias Científicas. Trabajó arduamente para impulsar el drenaje subterráneo parcelario en tierras bajas inundables de Tabasco y Veracruz sobre láminas de riego en caña de azúcar, y contaminación por fertilizantes (nitratos y nitritos). Realizó aportes importantes para el uso eficiente del agua mediante el sistema de riego de baja presión y diseño de un sistema para inyectar fertilizante en dicho sistema (“Venturi Landeros”). Trabajó con productores de caña de azúcar en Actopan, Veracruz, así como en la instalación del sistema de riego de baja presión por multi compuertas y del dispositivo de Inyección de Fertilizante Tipo Venturi. Realizó investigaciones en cambio climático e impulsó el curso en Agroecosistemas y cambio climático del Doctorado en Agroecosistemas Tropicales. Recibió reconocimientos como parte de los 100 Profesores Investigadores Distinguidos del COLPOS (2015-2020), miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II), Miembro de la Academia Veracruzana de Ciencias; y Miembro Regular de la Academia Mexicana de Ciencias y de diferentes Sociedades Científicas.

Dr. Arturo Pérez Vázquez

Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados

Casos de éxito

Introducción de nuevos cultivos

Blanca-Bautista, Martina¹; Ramírez-Valverde, Benito^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados Campus Puebla Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), Puebla, México C.P. 72760.

* Autor de correspondencia. bramirez@colpos.mx

Problema

En la agricultura familiar campesina desde hace cientos de años se practica de manera tradicional el sistema milpa. Este sistema considera la producción integral de maíz, frijol, calabaza, chile y en algunos casos otro tipo de leguminosa como haba. Sin embargo, debido a los bajos precios de estos productos en el mercado, los agricultores se han visto en la necesidad de introducir nuevos a su sistema tradicional, los cuales puedan incrementar sus ingresos económicos y así poder cubrir sus necesidades básicas. El caso que se analiza se realizó en el municipio de Calpan, Puebla, México, localizado en la parte centro oeste del estado (Figura 1). La mayor parte de la superficie del municipio es de uso agrícola, cultivado principalmente con maíz (77.5% de la superficie) además de frijol y algunas hortalizas y frutales. La producción se realiza en condiciones de temporal y sembrado en pequeñas superficies. La inmensa mayoría de los productores se encuentran en condiciones de pobreza.

El precio de los productos agrícolas es reducido, además de bajo nivel productivo y debido a sus condiciones de minifundio, las utilidades son escasas por lo cual la mayor parte de las familias se encuentran en condiciones de pobreza. Ante esta situación, en el municipio de Calpan los productores buscan nuevas opciones que les permiten obtener más ingresos y mejorar sus condiciones de vida.

Solución planteada

Una alternativa de solución es la introducción de *berries*, tales como zarzamora, framuesa y fresa. El ingreso de nuevos cultivos en la agricultura familiar inició en el año 2019, siendo los pequeños productores, los que introducen las *berries* como un cultivo complementario a su sistema tradicional de agricultura familiar y lo realizan a nivel traspatio y en predios no mayores a una hectárea. En la producción de estos cultivos participan todos los integrantes de la familia como lo hacen en los cultivos tradicionales. Las innovaciones agrícolas que se están dando con la implementación de nuevos cultivos como *berries* en comunidades que practica la agricultura familiar fue parte de este estudio, (Calpan, Puebla). En el año 2019 un grupo de siete productores toman la decisión de in-



Cómo citar: Blanca-Bautista, M., & Ramírez-Valverde, B. (2024). Introducción de nuevos cultivos. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.290>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iniguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 7-10.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



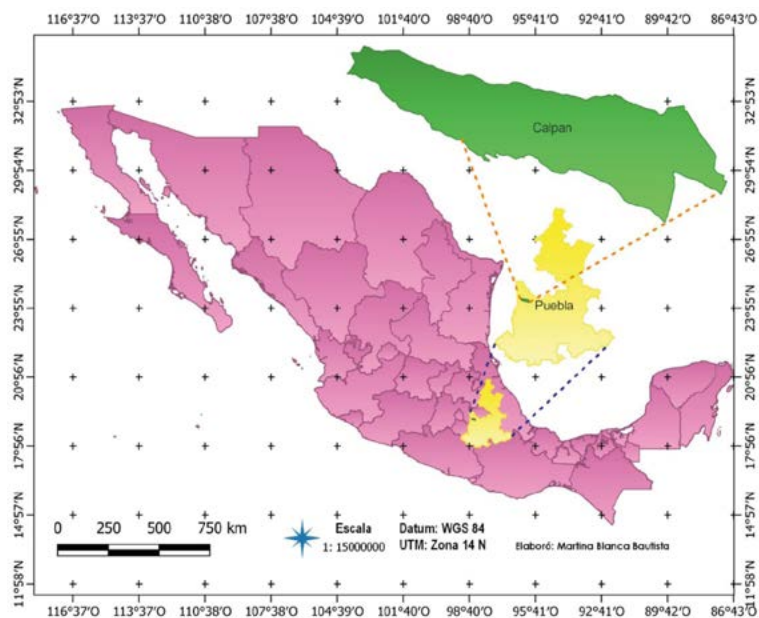


Figura 1. Localización geográfica del municipio de Calpan, Puebla, México. Fuente: elaboración propia.

roducir cultivos de *berries* como frambuesa, zarzamora y fresa a su sistema tradicional de agricultura familiar (Figura 2), actualmente son 12 áreas de producción con estos nuevos cultivos.

El espacio que se destina a estos cultivos va desde 100 m² hasta 10,000 m², obteniendo ventajas superiores a las siembras tradicionales, ya que se cosecha en el caso de *berries* es dos veces al año en periodos de tres meses seguidos. La primera cosecha se realiza en abril y la segunda en octubre y esto permite a los productores buscar un mercado entre cosecha y cosecha incrementando los ingresos económicos. La producción obtenida en 2023 fue de 2,800 cajas al año de zarzamora y frambuesa, cada caja cuenta con 12 empaques de



Figura 2. Cultivos de zarzamora y frambuesa en proceso de maduración.

170g, y cada uno es vendido a \$30.00 en ferias y mercados locales de las comunidades colindantes como Huejotzingo, Nealtican y Cholula. De acuerdo con la experiencia de los productores los cortes (cosecha) deben realizarse por la mañana entre 7 am y 9 am o después de las 16:00 horas (Figura 3).

Al realizar la comparación entre maíz y *berries* (Cuadro 1), el cultivo de *berries* es mucho más rentable para las familias campesinas, aunque continúan conservando una parte del terreno con maíz y milpa ya que forma parte de la base alimentaria diaria.

Aunque también cuentan con el cultivo de fresa, los productores comentan que es más susceptible a fenómenos climatológicos, tales como granizada y lluvias fuertes, siendo necesaria su producción en invernadero, y por esta razón son producidas en menor cantidad, llegando a tener un precio de venta de \$70.00 por kg.

Las *berries* son producidas con el mínimo de agroquímicos, incluso cuando llegan a sufrir de alguna plaga, las familias realizan un ritual a través de sahumar el espacio con incienso, copal y mirra, recitando diferentes salmos y oraciones, esto les permite, de acuerdo con sus creencias, la eliminación de plagas y asegurar una buena producción. Las comunidades en condiciones de pobreza buscan alternativas para mejorar sus condiciones de vida. En el municipio de Calpan, Puebla, y por ello, introducen nuevos cultivos en pequeñas superficies, desde traspatios hasta áreas de mayor superficie como las parcelas sin abandonar sus cultivos tradicionales indispensables en la alimentación familiar.

Cuadro 1. Comparación de costos del cultivo de maíz y *berries*.

Cultivo	Costo de producción anual (\$)	Precio de venta (kg)	Superficie cultivada (ha)
Maíz	8,600 por ha	4.00	1.0
Berries	3,417 por .25 ha	147	0.25



Figura 3. Cosecha de *berries* en el municipio de Calpan, Puebla, México.






Figura 4. Frambuesa variedad marbella.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas de agricultura familiar con la introducción de cultivo de berries	Productores independientes	Primario: Agricultura	Social Económico Ambiental	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Comercio Generación de empleos	Número de familias beneficiadas Transferencia tecnológica Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Participación de la mujer en el programa Producción para el Bienestar en municipios indígenas

Juárez-Sánchez, José P.¹; Ramírez-Valverde, Benito^{1*}; Cortés-Sánchez, Mariana B.¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Puebla Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla (actualmente Boulevard Forjadores de Puebla), Puebla, México C.P. 72760.

* Autor de correspondencia: bramirez@colpos.mx

La desigualdad y la pobreza son problemas que se mantienen vigentes en nuestra sociedad, producto de la aplicación de modelos económicos que priman el enriquecimiento económico. Estos problemas se manifiestan con mayor crudeza entre las mujeres, siendo todavía más acentuados en la mujer indígena. La participación de la mujer en las actividades económicas y políticas por mencionar algunas, es desigual al compararlas con las que desarrolla el sexo masculino. En la primera, la mujer tiene barreras como el acceso al trabajo remunerado y en algunos casos, es menor el pago por la realización de una misma actividad laboral. En el aspecto político, actualmente se tiene un avance, pero en la mujer indígena su participación es muy baja. Para conocer la participación de la mujer indígena, el Instituto Poblano de los Pueblos Indígenas decidió operar el proyecto “Participación política de las mujeres indígenas en el ámbito local del estado de Puebla“. En este caso se presenta información sobre la participación de mujeres de 16 municipios clasificados como indígenas: Altepexi, Coxcatlán, Hermenegildo Galeana, Huehuetla, Hueyapan, Olintla, Pantepec, San Gabriel Chilac, San José Mihuatlán, Tlacotepec de Benito Juárez, Tlatlauquitepec, Zacapoaxtla, Zapotitlán de Méndez, Zihuateutla, Zinacatepec y Zongozotla.

En el estado de Puebla, México, en el año 2020 existían 6'497,215 habitantes y en los municipios de estudio 345,238 personas. De la población total de estos municipios, el 51.7% estaba conformada por mujeres. Se debe señalar que, 200,131 (58%) personas de estos municipios se consideraron indígenas y hablan el idioma totonaco en Hermenegildo Galeana, Olintla, Zapotitlán de Méndez, Zongozotla y Huehuetla; en Zihuateutla hablan

Cómo citar: Juárez-Sánchez, J. P., Ramírez-Valverde, B., & Cortés-Sánchez, M. B. (2024). Participación de la mujer en el programa Producción para el Bienestar en municipios indígenas. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.291>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iniguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 11-14.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



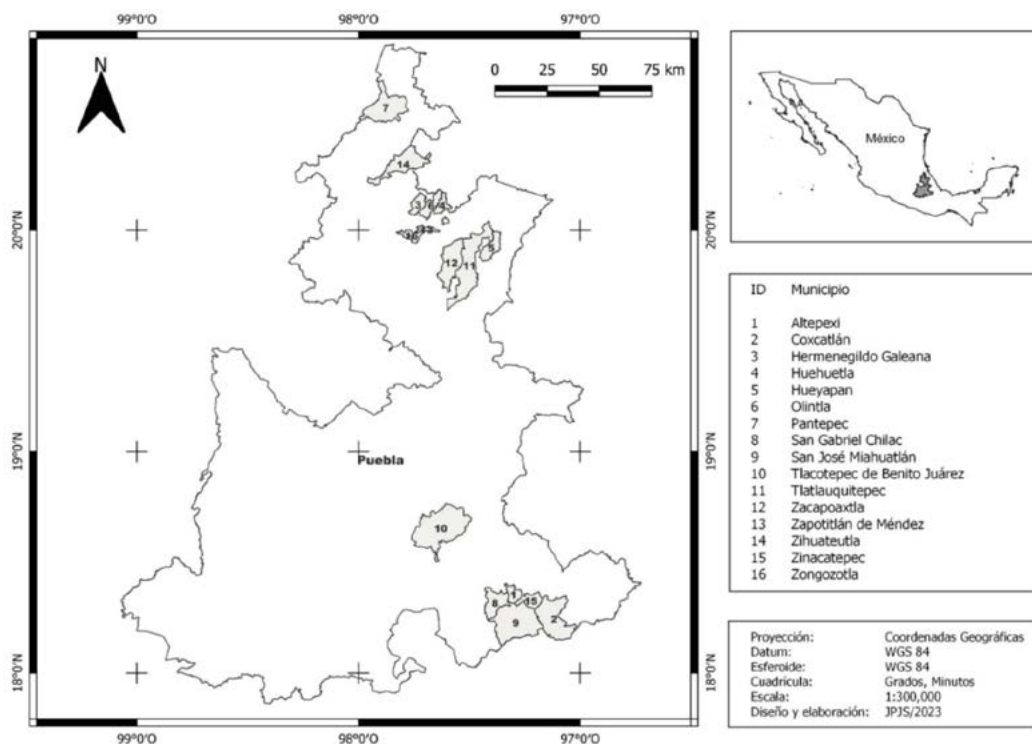


Figura 1. Municipios indígenas seleccionados del Estado de Puebla.

náhuatl y totonaco. En Altepexi, Coxcatlán, Hueyapan, San Miguel Miahuatlán, Tlatlauquitepec, Zacapoaxtla, y Zinacantepec hablan náhuatl, en Pantepec parlan el idioma tepehua, en Tlacotepec de Benito Juárez el popoloca, en San Gabriel Chilac hablan náhuatl y popoloca y en Zihuateutla totonaco y náhuatl. El 37.5% de estos municipios tienen un grado de marginación alto o muy alto, el 50% presentan un grado de marginación medio y el 12.5% clasificados como bajo.

Las condiciones de vida de las mujeres en general son difíciles y más si hablamos de las mujeres de los municipios de estudio, ya que la pobreza en promedio alcanzó al 81.9% de esta población y el 84.5% percibió un ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos en el 2020. Otro rubro importante es que las mujeres que viven en los municipios de estudio, el 79.9% tuvo carencias de acceso a la seguridad social y el 34.6% a la alimentación. Pero, es más cruda la pobreza entre las mujeres indígenas de los municipios mencionados debido a que alcanzó al 86%, además, el 87.5% de ellas logró ingresos inferiores a la línea de pobreza por ingresos.

Estos municipios son inminentemente rurales, predominando las actividades agropecuarias, en donde, el hombre aún dirige estas actividades, pero producto de la migración y del avance en la lucha por sus derechos, la mujer se involucra cada vez más en la dirección de la unidad de producción familiar. En este sentido, el gobierno toma un papel relevante en el fomento de la producción de los cultivos a través de apoyos económicos que brinda a través del programa “Producción para el Bienestar” que se dirige a la producción de granos (maíz, frijol, trigo panificable y arroz, entre otros), amaranto, chía, caña de azúcar,

café, cacao, nopal o miel. En este contexto se busca conocer la participación de la mujer indígena en la recepción de apoyos económicos dirigidos al fomento de la producción agropecuaria en los cultivos más importantes, por el número de beneficiarios, como es el café, el maíz y la milpa, en los 16 municipios que contempla este estudio.

Evidencia de campo

Producción para el Bienestar es un programa gubernamental operado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, que consiste en entregar a apoyos económicos directos a pequeños y medianos productores de granos de café y caña de azúcar. El apoyo se centra en forma anual de acuerdo con el cultivo y superficie. Los apoyos económicos otorgados para los principales cultivos, diferenciados por sexo se presentan a continuación: En la producción de café, el programa otorgó apoyo a 12 de los 16 municipios de estudio, benefició a 3,304 personas, el 37.2% de estos, fueron entregados a mujeres. La ayuda económica otorgada, tanto a hombres como mujeres fue de \$6,200 pesos en una superficie promedio de una hectárea. En el estado de Puebla el programa dirigido al café apoyó, al 42.9% de mujeres con una superficie y un monto similar al de los municipios de estudio. En el fomento a la producción de granos (maíz, milpa, frijol, trigo, avena, haba y sorgo) el programa apoyó a 6,393 agricultores con un monto de \$40,475,900 pesos, de los cuales las mujeres recibieron 37.5% de los apoyos. Los recursos entregados per cápita fueron estadísticamente ($t = -5.443$; $p = 0.001$) menores (\$6,231.2) en las mujeres comparado con los hombres (\$6,391.4). En parte influyó el tamaño de la propiedad, debido a que estadísticamente ($t = -7.533$; $p = 0.001$) los varones tienen una mayor superficie (2.15 ha) en comparación con las mujeres (1.83 ha). Es necesario precisar que los apoyos del programa de granos fueron dirigidos fundamentalmente a las personas que producen maíz (82.6%) y milpa (13.3%), en menos proporción benefició a productores de frijol (3.7%), trigo (0.1%), avena (0.2%) y en el cultivo de haba benefició a un productor.

De manera específica, el programa que fomenta la producción de maíz en los municipios de estudio, los apoyos fueron dirigidos más a los varones (65.1%) que a las mujeres (34.9%). Respecto al apoyo económico que recibieron de manera individual, los hombres recibieron \$6,418.9 comparado con el que percibieron las mujeres por \$6,271.5.

Lo anterior se explica en que los varones estadísticamente ($t = -5.227$; $p = 0.001$) tienen más superficie agrícola (2.2 ha) que las mujeres (1.9 ha.). Es importante destacar que se encontró que una mujer recibió hasta \$24,000 pesos y un hombre \$21,600 pesos. En los casos en donde las mujeres lograron mayor apoyo económico registraron 20 ha. y los hombres 18 ha. También se debe mencionar que son escasas las tierras con riego (9.6%) y de estas, 62% están en operación por hombres. Es importante destacar que en el estado de Puebla los beneficiados con este programa también fueron encaminados en menor medida a las mujeres (35.0%), así como el monto recibido (\$6,645.99) comparado con los hombres (\$6,929.0). El máximo recibido por ambos sexos fue de \$24 mil pesos.

En el caso de la milpa se benefició a 844 personas en los municipios de estudio, y aquí, las mujeres fueron mayormente beneficiadas (52.8%) en comparación con los hombres (47.2%), estadísticamente ($t = -1.422$; $p = 0.155$) recibieron individualmente el mismo apoyo económico, las mujeres (\$600.00) como los hombres (\$615.00), en algunos casos los





Figura 2. Mujeres encuestadas en los municipios indígenas del Estado de Puebla, México: A. Mujeres del municipio de Huehuetla; B. Mujeres de Pantepec.

hombres llegaron a recibir hasta \$10,000 pesos y las mujeres \$6,000 pesos. En parte se explica a que los hombres registraron en promedio 5 ha. y las mujeres 3 ha. A escala estatal las mujeres en el cultivo de la milpa fueron más beneficiadas (58%) que los hombres (42%), pero recibieron menos dinero (\$6,053.1) que los varones (\$6,196.3), también la superficie registrada fue menor en las mujeres (1.47 ha) que los hombres (1.83 ha).

En el cultivo de frijol, se apoyó a 234 personas, y también se notó que benefició más a los hombres (59.8%), aun cuando registraron casi la misma superficie las mujeres (2.3 ha) comparada con los hombres (2.9 ha) y ello se reflejó en el monto que recibieron las mujeres siendo inferior (\$6,348.9) al que recibieron los varones (\$6,788.5). En Puebla, el programa apoyó económicamente a 1,765 personas, de las cuales 38.8% fueron mujeres con una superficie registrada inferior (2.4 ha) comparada con los varones (3.0 ha), y esto se reflejó en el monto inferior recibido por las mujeres (\$6,512.7) respecto a los hombres (\$6,867.2).

Los resultados obtenidos muestran con claridad que los apoyos son dirigidos principalmente a los hombres y que la mujer ha iniciado su participación en los programas de fomento agrícola y que su baja participación puede estar asociada con la superficie registrada que define el monto recibido.

Aspectos prácticos para considerar la suplementación de calcio y fósforo en los pequeños rumiantes

Juárez-López Brenda N.¹; Padilla-Cuevas Juliana²; Ramírez-Briebesca J. Efrén¹; Barcena Gama Ricardo¹

¹ Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad – Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Edo. Méx., México. C.P. 56264.

² Posgrado en Edafología. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Edo. Méx., México. C.P. 56264.

* Autor para correspondencia: efrenrb@colpos.mx

Problema

Las deficiencias de calcio y fósforo es un problema muy común en las ovejas y cabras, principalmente cuando se crían en condiciones de agostaderos extensivos donde las tierras son comunales y no hay un programa de fertilización y mejoramiento de los suelos. Lamentablemente en México, los sistemas de producción en pequeños rumiantes carecen de medidas de prevención para suplementar estos minerales (Figura 1a). Datos publicados en el país indican deficiencia severa de fósforo y deficiencia moderada de calcio en los suelos, en consecuencia, los forrajes y plantas contienen poca disponibilidad de estos minerales y no cubren los requerimientos nutricionales de las ovejas y cabras, principalmente cuando están en estado de gestación y lactación. Desde la época de los 70, investigaciones de INIFAP (antes INIP) realizadas por la Dra. Irma Tejada se publicó una serie de trabajos, indicando que, para corregir la deficiencia de fósforo en la ganadería, era necesario suplementarlo a través de diferentes fuentes, una de ellas la roca fosfórica sin flúor, estableciendo la localización de diferentes yacimientos de este mineral en el país. Sin embargo, hasta este tiempo no existe una política pública que considere la corrección de estos minerales en las regiones del país. El problema de deficiencia de estos macrominerales persiste en la ganadería, una posibilidad es suplementar estos minerales por vía oral. Sin embargo, la mayoría de las sales minerales que se comercializan en el país son costosas, no cumplen con un análisis de garantía; principalmente los bloques minerales que carecen de información acerca de su formulación, son duras y lesionan la dentadura de los animales (Figura 1b). En este manuscrito se propone una alternativa de corrección de estos minerales.

Solución planteada

La propuesta está dirigida a técnicos zootecnistas que tengan conocimientos básicos en



Cómo citar: Juárez-López, B. N., Padilla-Cuevas, J., Ramírez-Briebesca J. E. & Barcena Gama R. (2024). Aspectos prácticos para considerar la suplementación de calcio y fósforo en los pequeños rumiantes. *Agro-Divulgación*, 4(2).
<https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.252>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 15-17.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International





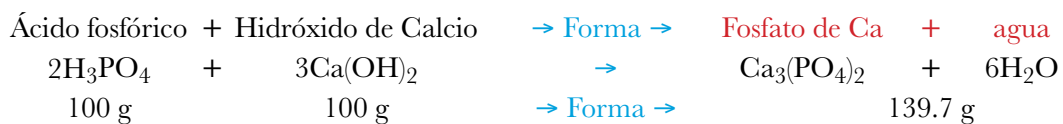
Figura 1. a) Ganadería social campesina bajo pastoreo extensivo; b) Block de minerales.

la producción animal. Las fuentes de calcio y fósforo pueden ser en forma de óxidos, carbonatos, fosfatos y ácidos. Principalmente las fuentes de calcio son más económicas que las fuentes de fósforo.

Una estrategia para corregir las deficiencias en la ganadería social o de traspatio es la siguiente:

- Adquirir carbonato de calcio o piedra caliza (malla 100) en una calera. Otra fuente disponible de manera inmediata es la cal (hidróxido de calcio).
- Adquirir ácido fosfórico líquido. Este se encuentra en tiendas que comercializan fertilizantes o en plataformas WEB que envían productos por mensajería hasta el domicilio.

A continuación, estos compuestos se combinan para formar fosfato de calcio (altamente disponible para el animal). Para lo cual se adicionan 100 g de ácido fosfórico + 100 g de cal, ambos mezclados en un litro de agua.



Por lo tanto, esta solución (a) el fosfato de calcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ en 1 L de agua aporta:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Ca} = 38.9 \% & \rightarrow \text{equivalente a} \rightarrow & 54.0 \text{ g} \\
 \text{P} = 20.0 \% & & 27.8 \text{ g}
 \end{array}$$

En este caso, lo más recomendable es suministrar estos minerales cuando las hembras están gestantes o en lactación (Figura 2). Por ejemplo, si una oveja de 60 kg de peso vivo tiene 3 meses de gestación y un solo feto, va a requerir una dosis diaria de 4.2 g calcio y 2.2 g de fósforo al día.

Por lo tanto, $4.2 \text{ g} \times 1 \text{ L} / 54 \text{ g} = 77.8 \text{ mL}$ de la solución (a) cubre el requerimiento de Ca y esta misma solución aporta $(77.8 \text{ mL} \times 27.8 \text{ g/1L}) = 2.2 \text{ g}$ de fósforo. En un caso muy extremo y cuando las condiciones sean inadecuadas para conseguir el ácido fosfórico, se puede reemplazar por los refrescos de cola comerciales. Estas bebidas contienen 33 mg de ácido fosfórico por cada botella de 600 mL.

La recomendación que se hace en esta propuesta ofrece una seguridad de suplemento mineral más precisa, que las sales comerciales sin una garantía. En unidades de producción intensiva esta recomendación se puede usar esporádicamente y en animales focalizados. Lo más recomendable es hacer formulaciones de minerales con fuentes de piedra caliza y roca fosfórica integradas en dietas o suplementos.

Este proyecto forma parte del trabajo de la LGAC: Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático del Colegio de Postgraduados.









Figura 2. a) Vista de corrales con cría de animales de traspatio; b) Hembra en lactación.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas de traspatio y ganadería social que existentes; haciéndolos mejores, más eficientes y más baratos.	Productores de escasos recursos que cuentan con ganadería de subsistencia.	Primario: Ganadería de traspatio, con pocos recursos.	Social y económico	Ciencia y Tecnología aplicada a campesinos con carencias económicas.	Capacitación a técnicos pecuarios	Mejoramiento productivo de los rebaños

Captura de gases de efecto invernadero emitidos por ovinos en pastoreo

López-Ojeda, José C.^{1,2}; Ramírez-Bribiesca, J. Efrén^{1*}; Paredes-Díaz, David¹
Vallejo-Hernández, Laura H.³; Pulgarín-Ortega, Humberto³; Guzmán Morales Carmen¹

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos. Km. 36.5. Carretera México-Texcoco. CP. 56264. Montecillo Estado de México, México.

² Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT). Toluca de Lerdo, Estado de México, México. C. P. 50120.

³ Universidad Autónoma de Chapingo Departamento de Zootecnia, Texcoco. 56230. Chapingo, México.

* Autor para correspondencia: efrenrb@colpos.mx

Problema

El Estado de México mantiene el primer lugar con la mayor población de ovinos. Esta actividad pecuaria desempeña un papel fundamental en la sociedad pues resulta ser un medio de subsistencia. Sin embargo, la cría del ganado ovino es fuente de emisiones de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) causantes del cambio climático global. El CO₂ y CH₄ son subproductos de la fermentación entérica y el N₂O por la fermentación de las excretas en suelo. En México son pocos los trabajos que reportan las emisiones de efecto invernadero como CH₄ entérico y N₂O en ganado ovino en pastoreo.

Solución planteada

Investigadores del Colegio de Postgraduados (Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, PREGEP-Montecillo), implementaron dos técnicas de captura. La primera es la técnica de hexafluoruro de azufre (SF₆) utilizada para la captura de CO₂ y CH₄ directo de la exhalación de ovinos en pastoreo, donde la muestra se contuvo en cilindros de acero inoxidable con vacío previo para facilitar el acceso del gas hacia su interior. El cilindro se sujeta a un arnés que porta el animal en el lomo. Cada cilindro captura gas aproximadamente por cinco días continuos con la ayuda de una válvula que regula

Cómo citar: López-Ojeda, J. C., Ramírez-Bribiesca, J. E., Paredes-Díaz, D., Vallejo-Hernández, L. H., Pulgarín-Ortega, H. & Guzmán Morales C. (2024). Captura de gases de efecto invernadero emitidos por ovinos en pastoreo. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.163>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 19-22.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



el paso del gas. La válvula se debe mantener cerca de los orificios nasales del animal (Figura 1). Al finalizar el quinto día, el cilindro se retira y se almacena para el análisis de su contenido (Figura 2). La segunda técnica se conoce como cámara estática cerrada, que se utiliza para capturar N_2O que se emite por el suelo a consecuencia de la fermentación de las excretas en áreas donde pastorean los animales (Figura 3). Para capturar el gas en el interior de cámaras de acero inoxidable se necesita insertar 3 cm en el suelo. La toma de muestras se realiza cada tercer día a la 12:00 horas, la colecta de gas se realiza en cuatro horarios 0, 10, 20 y 30 minutos durante dos semanas. A partir del primer horario de colecta, la cámara se mantiene cerrada. En cada colecta se extrae del interior de la cámara 20 mL de gas que se depositan en viales de vidrio de 20 mL de capacidad. Los muestreos se realizaron en praderas con pastoreo y sin pastoreo para asegurar restar las emisiones de N_2O propias del suelo. Para conocer la cantidad de CO_2 , CH_4 y N_2O emitido por ovinos en pastoreo se realizó un análisis de cromatografía con una precisión del 99%. Sin embargo, ambos métodos de captura resultan ser preponderantes para obtener dicha precisión. La colección de gases mediante las técnicas implementadas ofrece generar información para ayudar a establecer valores estándar de emisiones en los ovinos en pastoreo, y con ello buscar estrategias para disminuir dichas emisiones, mejorando los indicadores de sostenibilidad en la producción ovina del Estado de México y del país.

Esta investigación se realizó con el apoyo del programa del Programa Investigadoras e Investigadores COMECYT en modalidad Catedra de mayo del 2022 a mayo del 2024. Siendo parte de un foro de gases de efecto invernadero donde se han identificado nuevos trabajos de investigación en colaboración con otras instituciones de educación pública.



Figura 1. Sistema utilizado para la captura de CO_2 y CH_4 directo de la exhalación de ovinos en pastoreo.



Figura 2. Sistema utilizado para realizar vacío en cilindros (fondo), que consta de cilindros de acero inoxidable y válvulas con mangueras de conexión (frente).







Figura 3. Colecta de gas en cámara de acero inoxidable. El gas extraído de la cámara se inyecta en viales de vidrio. Durante todos los muestreos es necesario registrar la temperatura interior de cada cámara con sensores inalámbricos, así como el horario en el que se tomó la colecta.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Ganadería,	Ambiental	Responsabilidad Ambiental	Competitividad Capacitación	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico



Condiciones de bienestar animal en las unidades de producción cunícola en el Oriente del Estado de México

Jerónimo-Romero, Yamileth^{1,2}; Herrera-Haro, José G.^{1*}; Ortega-Cerrilla, María E.¹; Méndez-Gómez-Humarán, María C.³

¹ Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, México. C. P. 56264.

² Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología. Toluca de Lerdo, Estado de México, México. C. P. 50120.

³ Universidad Autónoma de Querétaro. Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla, Querétaro, México. C. P. 76230.

* Autor para correspondencia: haro@colpos.mx

Problema

En la actualidad, los consumidores de alimentos de origen animal demandan productos que cumplan con los estándares de bienestar animal (BA) determinados por el proyecto Welfare Quality[®] en varias especies. En el caso de conejos de granja no se ha establecido definitivamente una forma para evaluar los estándares de BA, sin embargo, el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA, por sus siglas en catalán) ha estudiado y desarrollado una forma de evaluación del BA en esta especie. La implementación de prácticas de bienestar en la conejera tiene impacto en las áreas de reproducción y engorda, al conducir a un mayor confort que resulta en tener mayor número de conejos destetados y finalizados. También se logra incrementar el valor de la canal y la carne, resultando en una mayor eficiencia de la unidad de producción cunícola (UPC) y beneficiando a productores y consumidores. Por ello, la implementación y mejora del BA en las UPC es de suma importancia para la industria cunícola. El BA es un factor que influye en la calidad de los alimentos y es un aspecto clave para orientar las preferencias de los consumidores, las cuales son más relevantes para esta especie, debido a que algunas veces se les considera como mascotas en vez de animales productores de alimento.

En esta especie, es imprescindible establecer sistemas de producción que incorporen desarrollos tecnológicos y prácticas de BA que mejoren las condiciones donde se desarrolla la cunicultura, así como realizar la evaluación general para identificar áreas de oportunidad, a la par de dar asesoría técnica oportuna.

Cómo citar: Jerónimo-Romero, Y., Herrera-Haro, J. G., Ortega-Cerrilla, M. E., & Méndez-Gómez-Humarán, M. C. (2024). Condiciones de bienestar animal en las unidades de producción cunícola en el Oriente del estado de México. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.295>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 23-26.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



La producción cunícola en el país es una actividad económica complementaria y es considerada algunas veces como exótica, por lo que es necesario fomentar la actividad en un contexto de producción ética e impulsar el consumo de carne de conejo como un producto obtenido en condiciones de BA.

Solución planteada

Se realizaron visitas de campo en otoño e invierno de 2023 a las UPC de los poblados de San Joaquín Coapango, San Miguel Tlaixpan, Huexotla, San Simón, La Purificación, La Asunción, Tepetlaoxtoc, Jolalpa, San Jerónimo Amanalco, Santa Catarina del Monte, Tezoyuca, Chicoloapan, Chimalhuacán y Los Reyes La Paz; pertenecientes al Oriente del Estado de México. En dichas UPC se evaluaron las condiciones de producción considerando los cinco principios de BA con sus respectivos parámetros en las áreas de reproducción (maternidad con gazapos en lactancia, sementales y reemplazos) y engorda, a fin de conocer las circunstancias de BA en las que se lleva a cabo la cunicultura en dicha región.

El principio de buena salud incluye los parámetros de ausencia de hambre y sed prolongada. Un buen alojamiento implica los parámetros de descanso, confort térmico y facilidad de movimiento; la buena salud por ausencia de lesiones, enfermedades y dolor por manejo; el comportamiento apropiado con los parámetros de expresión de comportamiento social, otros comportamientos (p.ej. estereotipias) y buena relación humano-animal. Para la puntuación del principio libre de estrés se consideró un promedio ponderado de los puntajes de los cuatro principios anteriores.

$$\text{Libre de estrés} = (\text{alimentación} \times 0.15) + (\text{alojamiento} \times 0.3) + (\text{salud} \times 0.35) + (\text{comportamiento} \times 0.2)$$

La evaluación en la cada conejera se realizó mediante un muestreo aleatorio irrestricto. Por separado se calificó el área de reproducción y el área de engorda. Para cada uno de los principios de bienestar se asignó una puntuación del 0 al 100, donde menor de 20 puntos es no clasificado, de 20 a 55 puntos es aceptable, de 56 a 80 puntos es bueno, y mayor de 80 puntos es excelente.

Los resultados mostraron valores promedio en el área de reproducción de 56 puntos, que es un puntaje general bueno; mientras que el área de engorda tuvo 46 puntos, quedando en una evaluación aceptable. Sin embargo, en ambas áreas queda alrededor de la mitad del camino por delante en cuanto a implementación de prácticas que conduzcan al BA en las UPC de la región Oriente del Estado de México.

A continuación, se muestran los puntos obtenidos en el área de reproducción en cada uno de los principios de BA, ejemplificados con alguno de sus parámetros (Figura 1). De forma similar, se muestran las calificaciones del área de engorda, en cada uno de los principios de BA, ejemplificados con alguno de sus parámetros (Figura 2).

Retribución social

El proyecto dio asesoría a los cunicultores en diversos temas, entre de ellos reproducción y manejo de bitácora de registro, así como la identificación de los reproductores en cada granja cunícola (Figura 3). Estas acciones tienen un impacto directo en el incremento

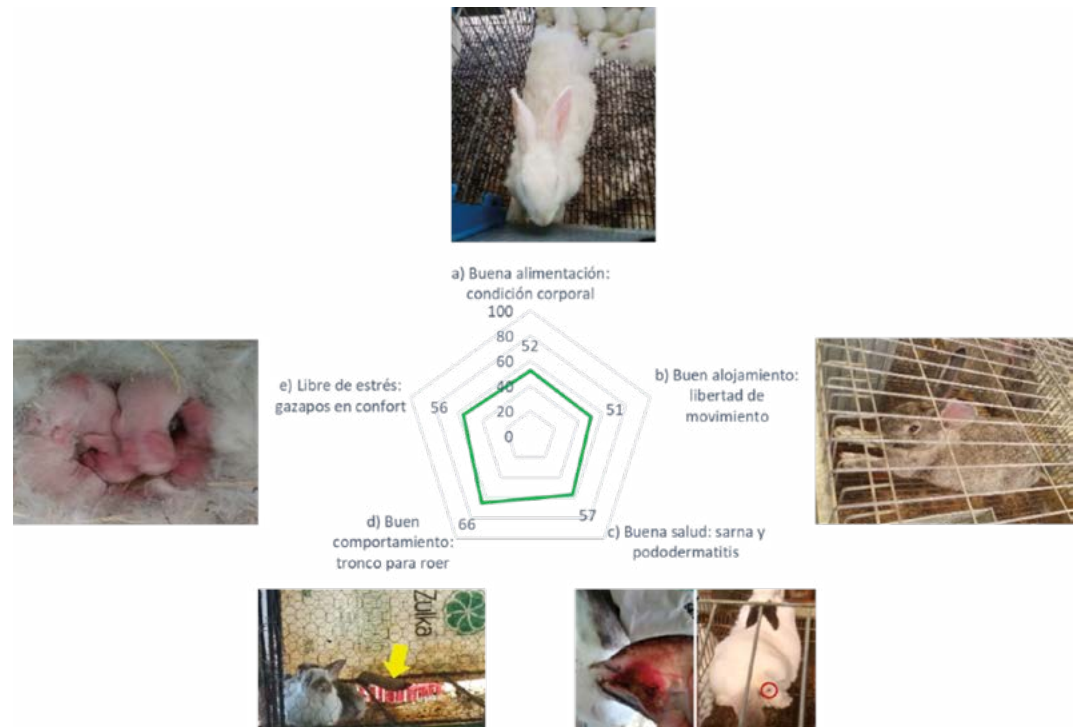


Figura 1. Puntaje obtenido en las unidades de producción cunícola (UPC) de la zona Oriente del Estado de México, basada en el área de reproducción de cada principio de bienestar.



Figura 2. Puntaje obtenido en las unidades de producción cunícola (UPC) de la zona Oriente del Estado de México, basada en el área de engorda en cada principio de bienestar.

del puntaje de BA debido a: 1) Facilita una buena alimentación, al dar monta a hembras físicamente aptas y cerciorarse diariamente que los gazapos hayan consumido leche; 2) alojamiento, al poner nidos con material de calidad de forma oportuna y asegurarse que los



Figura 3. Asesoría en el área de reproducción. Manejo de bitácoras e identificación de reproductores.

gazapos no nazcan fuera del nido; 3) buena salud, los registros ligados a una identificación de la coneja, permiten detectar a las hembras enfermas y darles un tratamiento oportuno o en su defecto, retirarlas de la UPC.

En el área de engorda se trabajó sobre la densidad de población por jaula, atendiendo el principio de buen alojamiento con libertad de movimiento.

El presente estudio se enfocó en evaluar las condiciones actuales de BA en las UPC del oriente del estado de México, con la asesoría y las acciones implementadas, se espera que en un futuro las UPC puedan obtener certificaciones en BA y mayores oportunidades de negocio, e impulsar la cunicultura en la región.








Agradecimientos

Esta investigación se realizó con cunicultores del estado de México, a través del apoyo de la Línea de Generación del Conocimiento: “Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático” (PREGEP-Ganadería) y el Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología con el programa investigadoras e investigadores COMECyT EDOMEX promoción 2023.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores específicos	Subindicador
		Sector	Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar la forma de crianza y producción cunícola, respetando los principios del bienestar animal.	Cunicultores independientes y asociaciones de cunicultores	Primario	Social, económico y cultural	Inocuidad, sustentabilidad y bioseguridad	Capacitación de productores	Tres tesis de licenciatura.
Procesos	Implementación de nuevas prácticas de bienestar animal en el proceso de cría y producción de carne de conejos.		Cunicultura semi intensiva y extensiva				Veinticinco familias de cunicultores beneficiadas.
Innovación sostenible	Implementación de procesos que contribuyan a mejorar la eficiencia de producción de las conejeras.						Aplicación de técnicas y conocimientos para la implementación de prácticas de BA en las unidades de producción cunícola.

Larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.): una innovación en la alimentación avícola

Durán-Méndez, Ana E.¹; Pro-Martínez, Arturo^{1*}; Mendoza-Pedroza, Sergio I.¹; Sosa-Montes, Eliseo³; Pérez-Panduro, Alejandro²; González-Cerón, Fernando³; Zárata-Contreras, Diego¹

¹ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Ganadería, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

² Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Programa de Fitosanidad-Entomología y Acarología, Carretera km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

³ Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Carretera México-Texcoco km 38.5, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230.

* Autor de correspondencia: aproma@colpos.mx



Problema

Como consecuencia del creciente consumo de huevo y carne de pollo existe gran demanda de ingredientes de alto contenido proteico y energético para la elaboración de dietas para aves. Los ingredientes más importantes para la elaboración de dietas son la pasta de soya (*Glycine max* L.) y el maíz amarillo (*Zea mays* L.). El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), estimó para año 2023 que en México se cultivaron cerca de 120,000 ha de frijol soya, cuya producción no satisface la demanda ni es sustentable por su consumo de espacio agrícola y agua, Aunado a esto y pese a la presencia de precipitaciones registradas el año pasado, (2023) la capacidad de las presas para el riego agrícola es menor al 50%. Este escenario incentiva la búsqueda de fuentes alternativas de proteínas de buena calidad con el menor impacto ambiental.

Solución planteada

Desde hace pocos años, en diferentes países se ha iniciado el uso de diversos insectos y sus larvas en la formulación de dietas para animales, en especial aves, lo cual, además de mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos benefician al ambiente. Los insectos más comúnmente utilizados son las larvas de gusano de la harina (*Tenebrio molitor*), larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*), larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.) y grillo doméstico (*Archeta domesticus*).

La producción de proteína para consumo animal a través de estos insectos trae consigo beneficios ambientales como la poca superficie necesaria para su producción, un menor consumo de agua y el aprovechamiento de diversos residuos orgánicos. Entre estos insectos, destaca la larva de Mosca Soldado Negra (LMSN) por su capacidad de transformar gran diversidad de desechos orgánicos (Figura 1) (domésticos, municipales, ganaderos, agroindustriales, entre otros) que, de otro modo, solo convertirían en CO₂.



Cómo citar: Durán-Méndez, A. E., Pro-Martínez, A., Mendoza-Pedroza, S. I., Sosa-Montes, E., Pérez-Panduro, A., González-Cerón, F., & Zárata-Contreras, D. (2024). Larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.): una innovación en la alimentación avícola. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.251>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 27-31.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Su ciclo corto de vida (30-35 días) en comparación con el de otros insectos y su gran disponibilidad en el ambiente (nativa de zonas tropicales y templadas de América, pero ahora cosmopolita) es solo otra ventaja. Bajo condiciones óptimas, los adultos de Mosca Soldado Negra viven de 5 a 8 días, tiempo en el cual, cada hembra produce entre 200-900 huevos. Las larvas pasan por cinco fases larvarias, 1 fase de prepupa, 1 de pupa. Las prepupas y pupas son el estadio con mayor contenido de proteína, grasa y quitina (principal componente del esqueleto de los insectos que no es aprovechable por las aves) (Figura 2). Para que el ciclo de vida de este insecto sea exitoso, se requiere mantener un ambiente adecuado con temperatura de 25-30 °C y 65-70% de humedad relativa y oscuridad para las larvas. En cuanto a la mosca adulta, requiere de una fuente de luz natural como los rayos del sol o en su defecto luz artificial.

Algunas ventajas y beneficios de la producción de Larva de Mosca Soldado Negra son la Alimentación de larvas, las cuales consumen diversos residuos orgánicos, desde desechos



Figura 1. (a) Adulto y (b) Larvas de la Mosca Soldado Negra.



Figura 2. Ciclo de vida de la Mosca Soldado Negra (*Hermetia illucens* L.).

de cocina (frutas, verduras y restos de comida), residuos de destilería, rastros municipales y cualquier tipo de estiércol, los cuales pueden ser frescos, fermentados o en cualquier estado de descomposición. Los desechos pueden ser reducidos hasta un 80% y transformados en biomasa rica en proteína y grasa (Figura 3).

La producción requiere un espacio cerrado con buena ventilación, bandejas plásticas de fácil lavado que se puedan apilar con separadores para ventilación o estantes bajo condiciones controladas de temperatura (25-30 °C) y humedad relativa (65-70%) (Figura 4).



Figura 3. Alimentación de LMSN (a) Larvas de mosca soldado de un día de edad, (b, c, d, e) larvas alimentándose de diversos residuos de cocina y (f) larvas de séptima fase listas para ser cosechadas.



Figura 4. Espacio de producción de LMSN en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (a, b) área para producción confinada y con ventilación, (c, d, e) bandejas plásticas para almacenamiento y producción y (f) control de temperatura y humedad relativa.

La reproducción de moscas adultas requiere de jaulas entomológicas de fácil limpieza y exposición al sol (Figura 5).

El valor nutricional de las larvas en base seca contiene altos niveles de proteína cruda (40-50%) rica en aminoácidos esenciales y grasa (18-27%) entre otros nutrimentos, por lo que, es una excelente alternativa para la alimentación de las aves. Es probable que el uso de LMSN en una dieta y complementada con cereales (maíz y soya), vitaminas y minerales puede reducir los costos de producción de huevo y carne. En varias experiencias documentadas, estas larvas son proporcionadas vivas a las aves en un recipiente, mientras que en otro se aporta una mezcla de maíz amarillo con vitaminas y minerales como complemento alimenticio, lo cual es una opción viable para productores del medio rural. Las grandes empresas dedicadas a la producción de harinas de insectos consideran viable utilizar larvas de mosca soldado en su quinto estado larvario para evitar un exceso de quitina; sin embargo, aún en la séptima fase larvaria resulta competitiva con la pasta de soya en cuanto a contenido de proteína digestible (Cuadro 1).

En cuanto a la aplicación de LMSN en la alimentación animal, su uso es en forma de harina. Existen estudios y experiencias de pequeños productores que evidencian buena aceptación de larvas vivas por parte de las aves (gallinas, patos, pavos, entre otros) y que su incorporación en la dieta es benéfica para la producción de huevo o carne. En otros estudios, también se ha observado buena aceptación de la harina de estas larvas, sustituyendo hasta 25% de la dieta comercial y sin reducción de la productividad respecto a las dietas convencionales. Las LMSN son altamente nutritivas, pueden ser criadas con residuos orgánicos y utilizadas como fuente principal de proteína y energía para las aves, reducen los costos de producción sin afectar la calidad de los productos (carne y huevo). Su uso bene-



Figura 5. Reproducción de moscas adultas en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo (a) jaula con moscas adultas expuesta al sol y montada sobre un eje con ruedas para su fácil movilización, (b, c) jaulas entomológicas con aditamentos necesarios para el reposo de los adultos (tiras de follaje artificial ornamental), apareamiento y postura de huevos; (d), apareamiento de moscas en jaula; (e) ensamblaje de moscas durante el apareamiento.

Cuadro 1. Comparación del valor nutricional de larvas secas de Mosca Soldado Negra en su séptimo estado larvario y pasta de soya, ambos expresados como porcentaje de la proteína).

Contenido nutricional	Larva de Mosca Soldado Negra (% base seca)	Pasta de soya (% base seca)
Proteína Cruda	40-50	45-50
Grasa	18-27	20-30
Materia Seca	90-95	80-90
Ácido Graso Oleico	10-12	15-20
Ácido Graso Linoleico	12-13	8 -10
Lisina	5-6	6-7
Metionina	1-2	1-2
Treonina	3-4	3-4
Fenilalanina	3-4	

ficia al ambiente porque se evita la acumulación de desechos orgánicos que se conviertan en gases de efecto invernadero y que constituye una opción sostenible, tanto para pequeños productores como para la industria de alimentos.

Retribución social

Actualmente en el área de Avicultura del Colegio de Postgraduados Campus Montecillos se cuenta con una cría de Mosca Soldado Negra bajo condiciones controladas como parte de la línea de investigación Innovación Tecnológica y Seguridad Alimentaria en Ganadería del Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad en Ganadería.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Ingrediente de alto valor nutricional y bajo costo para la alimentación animal. Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Productores independientes Pequeños productores de traspasio del medio rural	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Conferencias Competitividad Formación de Recursos Humanos Generación de empleos Capacitación	Formación de estudiantes.
				Económico			Reuniones Científicas.
Procesos	Utilización de residuos orgánicos para la producción de larva de mosca soldado Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro			Ambiental			Tesis de Maestría.
				Conocimiento			Certificaciones.
							Patentes solicitadas y concedidas. Difusión de información generada.

Ensilado de pasto maralfalfa (*Penisetum* sp.) asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pintoï*) para alimentación de rumiantes

Chiquini-Medina, Ricardo A.¹; Candelaria-Martínez, Bernardino¹; Alamilla-Magaña, Juan C.²; Castillo-Aguilar Crescencio de la C.^{2*}

¹ Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México. C.P. 24520

² Colegio de Postgraduados. Campus Campeche. Sihochac, Champotón, Campeche, México C. P. 24050

* Autor responsable: ccca@colpos.mx

Problema

En el estado de Campeche, México, se reporta una población de 639,395 bovinos; fundamentalmente, en los municipios de Ciudad del Carmen, Champotón, Escárcega, Candelaria y Palizada. Las principales limitantes de la producción de leche y carne bovina son los desbalances nutricionales, situación que se agrava en la época seca por la reducción de la disponibilidad de pastos entre los meses de diciembre a mayo. Este problema es característico del trópico húmedo en los cuales se reduce la tasa de crecimiento y la calidad nutritiva de los pastos, repercutiendo en la producción de leche, la ganancia de peso y la reproducción de los animales.

Solución planteada

Una alternativa para la alimentación del ganado en el trópico es la conservación de pasto que crece en la época de lluvia a través del ensilaje. El ensilado de materiales de alto valor nutritivo proporciona una fuente alimenticia beneficiosa para el desarrollo de los bovinos semi estabulados o estabulados, además de reducir el consumo de alimentos concentrados, reduciendo los costos de producción. El cacahuate forrajero (*Arachis pintoï*) es un excelente alimento para ganado bovino debido a su alto contenido proteico (13-18%) que reduce los costos y mejora la producción de carne. También mejora la dieta de los animales, estimula el consumo del pasto y aumenta las respuestas productivas de los animales. La Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) es un pasto de corte que puede producir hasta 60 t de biomasa seca por hectárea por corte, con un contenido de proteína cruda de 8 a 16% y una digestibilidad entre 55 y 70%. Por lo que la asociación de estos dos forrajes para la elaboración de ensilajes es una alternativa viable para proporcionarles alimento de calidad a los animales en época de estiaje. En pruebas realizadas se encontró que mayor contenido de materia seca del ensilado con la combinación del 80% de pasto maralfalfa y 20% de cacahuate forrajero (Cuadro 1).

Cómo citar: Chiquini-Medina, R. A., Candelaria-Martínez, B., Alamilla-Magaña, J. C., & Castillo-Aguilar C. de la C. (2024). Ensilado de pasto maralfalfa (*Penisetum* sp.) asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pintoï*) para alimentación de rumiantes. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.77>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 33-35.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Cuadro 1. Composición bromatológica del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) asociado con cacahuate forrajero (*Arachis pintoi*).

Tratamiento	Materia seca (%)	Cenizas (%)	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Grasa (%)
80% de pasto maralfalfa + 20% de cacahuate forrajero	16.9	12.2	6.6	33.8	0.2
65 % de maralfalfa + 35 % de cacahuate forrajero	15.9	14.3	8.0	28.0	0.4

Con base en los resultados, se puede establecer que la materia seca aumenta cuando el porcentaje de cacahuate forrajero es menor en el ensilado, poniendo énfasis en la composición nutricional en el pasto maralfalfa: proteína cruda 18.69%, materia seca 16.65%, fibra cruda 27.67% a los 65 días después del establecimiento del pasto.

Respecto al contenido de cenizas en el ensilaje, se tiene un mayor contenido en el ensilaje maralfalfa:cacahuate forrajero (65-35%). Entre menor sea el porcentaje de maralfalfa mayor será el porcentaje de cenizas en el ensilado, lo cual indica la mayor riqueza del ensilado preparado con mayor proporción de cacahuate forrajero (35%), debido a que la cantidad de cenizas representa el contenido total de minerales en el ensilado. Las cenizas aportan buenas cantidades de potasio, el macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno.



Figura 1. A: sistema de Producción y rendimiento del Cacahuate Forrajero. B: pasto Maralfalfa de 60 días de rebrote. C: silos en bolsa de Maralfalfa + Cacahuate Forrajero

La mayor cantidad de proteína cruda se tiene en el ensilaje con mayor cantidad de cacahuete forrajero (35%), lo cual resulta razonable si se considera que ésta es una planta con un contenido de proteína cruda promedio de 20.2 a 19.3%, descendiendo a medida que aumenta su madurez. Es importante considerar que las proteínas son un componente químico de organismos vivos, constituidas por cadenas de aminoácidos, los cuales contienen nitrógeno, constituyente esencial de las proteínas.

El mayor contenido de fibra cruda se registró en el ensilaje preparado con 80% de pasto maralfalfa y 20% de cacahuete forrajero, explicado por la cantidad mayor de fibra encontrada en el pasto maralfalfa. Es importante considerar que la cantidad y calidad de fibra, afecta la habilidad del ganado a utilizar esa planta como fuente alimenticia. A mayor cantidad de fibra se espera menor digestibilidad del ensilado. Maralfalfa presenta contenidos de fibra en forraje verde de 27.67% a 34.46%, por lo que al aumenta el contenido de fibra cruda en el ensilado puede influir negativamente en su consumo. La grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición, la combinación de 65% de pasto maralfalfa y 35 % de cacahuete forrajero es la dieta más adecuada por presentar mayor contenido de grasa en el ensilaje (0.4%). Entre mayor sea el porcentaje de cacahuete forrajero en el ensilado mayor será el contenido de grasa.

El ensilado con 65% de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) y 35% de cacahuete forrajero (*Arachis pintoï*) es la proporción adecuada para complementar la dieta animal de bovinos, así como de otros rumiantes mayores y menores en sistemas de producción semi estabulados y estabulados en el estado de Campeche durante la época de sequía y estiaje.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Productores independientes	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico	Ciencia y Tecnología Económico Educación	Competitividad Recursos Humanos Capacitación	Numero de tesis
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Poblaciones en particular					Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Número de publicaciones
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo						Número de familias beneficiadas Empresas rurales formadas Transferencias tecnológicas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Mediciones zoométricas de corderos Blackbelly en condiciones de trópico para selección fenotípica

García y González, Ethel C.¹; Nava-Beltrán, Jesus J.¹; Guevara-Arroyo, Aurora M.¹; Ruiz-Ortega, Maricela², Robles-Robles, José M.³; Rodríguez-Castillo, José del C.³; Ponce-Covarrubias, José L.^{1*}

¹ Universidad Autónoma de Guerrero Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Técpan de Galeana, Guerrero, México. C. P. 40900.

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. C. P. 43600.

³ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tecamachalco, Puebla, México. C. P. 75460.

* Autor para correspondencia: jlponce@uagro.mx

Problema

En México, y en el Estado de Guerrero, particularmente en la región Costa Grande se practica la ovinocultura en forma extensiva en el que los animales pastorean en las mañanas y en las tardes-noches son encerrados en corrales abiertos. Las razas de ovejas Pelibuey y Blackbelly constituyen la base de la producción ovina nacional ya que comparten características como ausencia de estacionalidad reproductiva, altas tasas de fertilidad, prolificidad y rusticidad a climas adversos y escasez de alimento. En la región, el mejoramiento genético de estas razas ha ocurrido a través de cruzamientos din control con razas cárnicas como la raza Dorper y Katahdin. Lo anterior ha ocasionado pérdida de características zoométricas, productivas y reproductivas que afectan la rentabilidad económica. El manejo reproductivo de los rebaños inicia con la introducción de un semental al grupo de ovinos durante todo el año y las ovejas incluyendo a las hijas quedan gestantes ocasionando que los futuros reemplazos tengan desventajas como reproductoras o sementales.

Solución planteada

Una alternativa sencilla, económica y amigable para los productores es la zoometría, que es una variable importante para generar información con la que es posible diferenciar animales con características específicas de la raza, obteniendo prospectos para sementales.

Cómo citar: García-González, E. C., Nava-Beltrán, J. J., Guevara-Arroyo, A. M., Ruiz-Ortega, M., Robles-Robles, J. M., Rodríguez-Castillo, J. del C., & Ponce-Covarrubias, J. L. (2024). Mediciones zoométricas de corderos Blackbelly en condiciones de trópico para selección fenotípica. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.210>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 37-40.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



La zoometría, es el estudio de mediciones corporales *in vivo* en animales. A través de las mediciones corporales de un grupo de ovinos se puede tener un grupo racial con información definida para un fin determinado. Algunas características zoométricas que rutinariamente son medidas con una cinta métrica flexible graduada en centímetros son la longitud del cuerpo (LC), altura a la cruz (AC), altura a la grupa (AG) y perímetro torácico (PT). Asimismo, el peso vivo (PV) con una báscula digital colgante con capacidad de 300 kg y sensibilidad de 100 g (marca: Rhino).

Para su validación, fueron medidos 12 corderos desde el nacimiento al destete (5 meses), PV y características zoométricas: LC, AC, AG, PT, perímetro abdominal (PA), largo de la cola (LCOLA), largo de la cabeza (LCAB), distancia entre los ojos (DO), circunferencia de la base de la cola (CBC), largo del miembro anterior derecho (LMAD), largo del miembro anterior izquierdo (LMAI), largo del miembro posterior derecho (LMPD), largo del miembro posterior izquierdo (LMPI), largo de la oreja derecha (LOD) y largo de la oreja izquierda (LOI). En el estudio se encontró que el PV de los corderos se ajustó a una ecuación lineal donde se indica que mantuvo un comportamiento positivo (Figura 1). Asimismo, las variables zoométricas AC, AG, PT, LCOLA, LCAB, LMAD, LMAI, LMPD, LMPI, LOD y LOI se ajustaron a un modelo lineal ($P < 0.05$) (Cuadro 1). En cambio, las variables LC, DO y CBC no se ajustaron a un modelo lineal ($P > 0.05$). Finalmente, se observó que el PV (96%) y el PA (94%) presentaron el coeficiente de determinación más alto, y la LC (60.54%), DO (55.14%) y CBC (6.41%) el más bajo (Figura 2).

Retribución social

Esta información permite que los ovinocultores de la región Costa Grande de Guerrero, cuenten con herramientas para medir el crecimiento de prospectos de sementales ovinos Blackbelly a través de mediciones zoométricas y seleccionar los que registren las mejores características fenotípicas. La técnica es sencilla y económica por lo que cualquier persona la puede realizar, la información ya se encuentra al alcance de los productores locales.

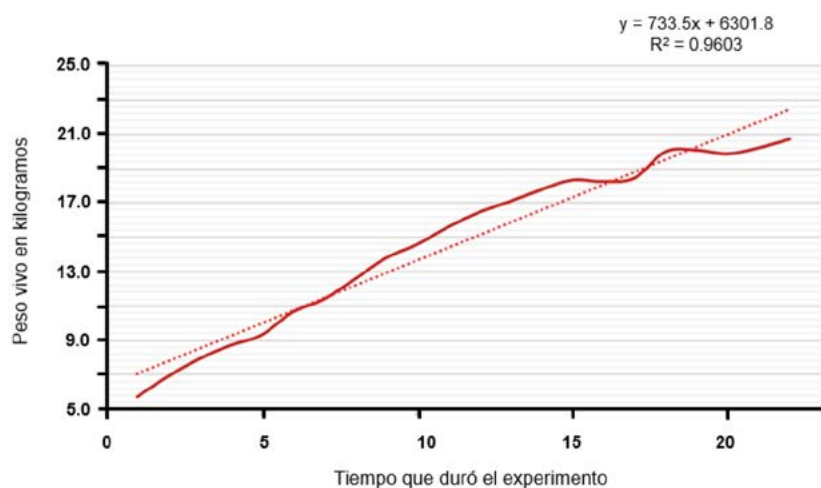


Figura 1. Ecuación de la recta del peso vivo de corderos.

Cuadro 1. Modelos lineales de variables zoométricas de corderos en crecimiento.

Variable	Modelo
Altura a la cruz	$y=0.7262x+45.711$
Altura a la grupa	$y=0.7408x+48.4$
Perímetro torácico	$y=0.9117x+45.241$
Largo de la cola	$y=0.4204x+19.35$
Largo de la cabeza	$y=0.2206x+15.99$
Largo miembro anterior derecho	$y=0.7952x+35.773$
Largo miembro anterior izquierdo	$y=0.8134x+35.719$
Largo de miembro posterior derecho	$y=0.7956x+38.714$
Largo de miembro posterior izquierdo	$y=0.7612x+39.269$
Largo de la oreja derecha	$y=0.1224x+8.0043$
Largo de la oreja izquierda	$y=0.1215x+8.4254$

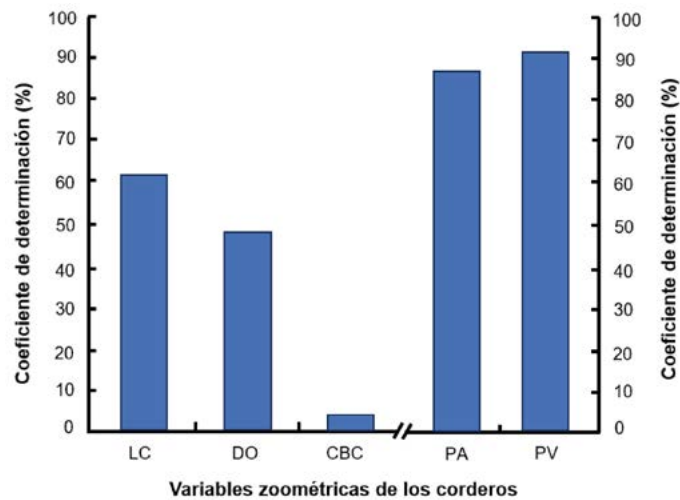












Figura 2. Coeficientes de determinación más altos se presentan en el eje de las “Y” de la derecha, y los más bajos en el eje de las “Y” de la izquierda. Longitud del cuerpo (LC), distancia entre los ojos (DO), circunferencia de la base de la cola (CBC), perímetro abdominal (PA) y peso vivo (PV).

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes Comunidades Agrarias Etc.	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental	Competitividad Comercio Generación de empleos Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Número de familias beneficiadas Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico

Calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber): ¿Una alternativa al uso de herbicidas?

Rönicke Stephan¹ ; Santillán-Fernández Alberto² ; Monsalvo-Espinosa José A.¹ ; Carmona-Arellano Mauricio¹ ; Silva-Rojas Hilda V.³ ; Carrillo-Ávila Eugenio¹ ; Noguera-Savelli Eliana² ; Fraire-Cordero Silvia² ; Bautista-Ortega Jaime¹ ; Osnaya-González Mónica¹ 

¹ Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

² Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología CONHACyT, Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Champotón, Campeche, México. C.P. 24450.

³ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

* Autor para correspondencia: osnaya@colpos.mx

Problema

Uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura tropical es el control de arvenses con la aplicación de herbicidas, principalmente con glifosato. En el caso del estado Campeche (México), como en muchas zonas agrícolas, es frecuente que se efectúe la aplicación del herbicida glifosato antes de la siembra para eliminar la presencia de arvenses en el suelo. Este método de control tiene contraindicaciones de contaminación al ambiente, desarrollo resistencia en las arvenses y además tiene efectos negativos en la salud humana, contrario a los efectos al realizar una agricultura sostenible. El reemplazo de un herbicida altamente eficiente, como es el glifosato, con otro producto con características orgánicas será un camino largo en la actividad agrícola.

Solución planteada

El objetivo de este trabajo fue determinar si un cultivo con amplia cobertura de suelo, como la calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), que se utiliza para la producción de pepita (semilla), puede ayudar en el control de arvenses, y en consecuencia ser una alternativa al uso de glifosato o herbicidas en general. Para ello se comparó un sistema de monocultivo con maíz P4082W[®], un híbrido común en la zona del ensayo, con un sistema intercalado de maíz P4082W[®] y calabaza chihua, ambos sistemas sin uso de herbicidas. El Cuadro 1 presenta las dos unidades experimentales analizadas, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Cómo citar: Rönicke S., Santillán-Fernández, A., Monsalvo-Espinosa, J. A., Carmona-Arellano, M., Silva-Rojas, H. V., Carrillo-Ávila, E., Noguera-Savelli, E., Fraire-Cordero, S., Bautista-Ortega, J., Osnaya-González M., (2024). Calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber): ¿una alternativa al uso de herbicidas? *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.297>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 41-43.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Cuadro 1. Organización de los tratamientos, cultivos y sistemas de siembra.

Tratamiento	Cultivo	Sistema de siembra, sin herbicidas	Distancia entre surcos	Distancia entre plantas
1	Maíz híbrido (P4082W [®])	Monocultivo	1 m	0.3 m (Maíz)
2	Maíz híbrido (P4082W [®]) y calabaza chihua	Intercalado	2 m entre surcos de maíz, y en medio se sembró la calabaza	0.3 m (Maíz) 1.5 m (Calabaza)

Se evaluó el porcentaje de cobertura del suelo con arvenses en el verano 2022 (Figura 1) en monocultivo de maíz y cultivo intercalado maíz-calabaza. La calabaza se sembró el 27 de mayo, aportando amplia cobertura del suelo, lo que permitió el control de las arvenses en el cultivo intercalado, en los primeros dos meses, hasta el 27 de julio; con un máximo de 12% de cobertura del suelo con arvenses (Figura 1).

En el monocultivo el porcentaje de cobertura del suelo con arvenses alcanzó 25% en los primeros dos meses de cultivo. Pero en el cultivo intercalado, en la última semana de julio, la calabaza mostró síntomas de enfermedad, lo que condujo a una pérdida de follaje, favoreciendo el crecimiento y la cobertura del suelo con malezas hasta 83%; mientras que el monocultivo continuó con 25% de cobertura de arvenses en ese tiempo. Lo cual se explica por una mayor entrada de luz en el cultivo intercalado y menos competencia del maíz con las malezas, asociado con la distancia de surcos de maíz en el cultivo intercalado de 2 m y en el monocultivo de solo 1 m.

La Figura 2 se presenta una parte del ensayo del sistema cultivo intercalado maíz-calabaza y de sistema monocultivo de maíz en el centro.

Retribución social

Utilizar plantas que proporcionen mayor cobertura de suelo podría ser una ayuda en el control de arvenses. La calabaza chihua podría representar una alternativa para reducir la presencia de arvenses; sin embargo, se requiere un buen control de enfermedades del follaje o una genética con mejor resistencia a enfermedades.

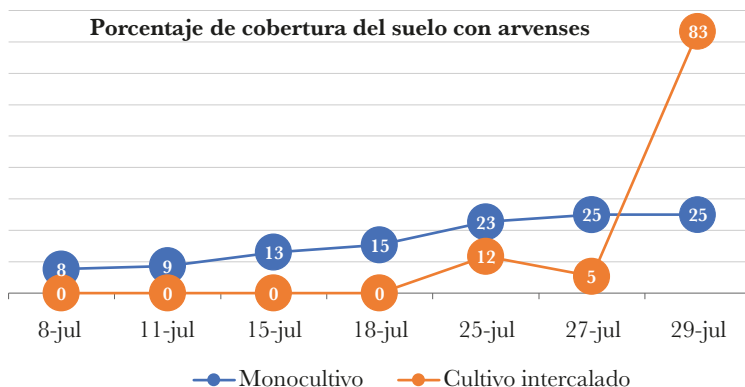


Figura 1. Porcentaje de cobertura del suelo con las arvenses en monocultivo y cultivo intercalado.



Figura 2. Unidades experimentales: Cultivos intercalados (maíz y calabaza chihua) y monocultivo (maíz) en el centro de ensayo.

En el Colegio de Posgraduados, Campus Campeche, se trabaja en un programa de fitomejoramiento participativo de calabaza chihua, para aumentar su rendimiento y con resistencia a enfermedades. Sistemas con más de un cultivo apoyan también la biodiversidad en la agricultura, y en el caso de la calabaza chihua, también contribuye a la apicultura por su fuente de polen con sus flores. Para productores con parcelas pequeñas a medianas, el cultivo intercalado de calabaza chihua y maíz podría ser una alternativa al monocultivo para el control de arvenses, además de mejorar la biodiversidad y apoyar a los polinizadores.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental	Ciencia y Tecnología Económico Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Comercio	Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Comunidades Agrarias	Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)				Número de familias beneficiadas Transferencias tecnológicas

Propuesta de aprovechamiento de la semilla de dátil (*Phoenix dactylifera*) para elaborar un sustituto de café

Armenta-Arroyo, Juan de D.¹; García-Galaviz, Adriana¹; Maciel-Juárez, Marissa L.¹; Maciel-Juárez, Melissa L.¹; Ortiz-Castillo, Freddy¹; Limón-Rivera, Rogelio²; Hernández-Arzaba, Juan C.^{1*}; Platas-Rosado, Diego E.³

¹ Facultad de Ingeniería y Negocios Guadalupe Victoria, Universidad Autónoma de Baja California, México, C.P. 21720.

² Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Tecnológico Nacional de México, Veracruz, C.P. 95005

³ Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Fed. Xalapa-Veracruz. Manlio F. Altamirano. Veracruz, C.P. 91690, México.

* Autor para correspondencia: juan.cristobal.hernandez.arzaba@uabc.edu.mx; <https://ror.org/05xwqc167>

Problema

El café es una bebida que se ha convertido en parte fundamental de la rutina diaria del consumidor con la que acompaña sus alimentos en cualquier época del año, aunado a esto en México el consumo de café beneficiado se disparó de 27.5% a 35.2% en 2022. Sin embargo personas con problemas cardiovasculares, gastrointestinales y de hipertensión eliminan su consumo dentro de su dieta debido al nivel de cafeína y azúcares procesados que este contiene.

Se estima que en México más de 30 millones de personas viven con hipertensión arterial; es decir, una de cada cuatro tiene este padecimiento, y 46% lo desconoce y el Sistema de Salud de Guanajuato estima que en este año se han presentado en el sector salud del estado 16 mil 376 infecciones intestinales, lo cual representa la cuarta causa de enfermedad de acuerdo con las cifras oficiales.

Solución planteada

Se implementó una alternativa saludable para el consumo de aquel público que no se encontrara en condiciones de consumir cafeína, pero, que además, brindara el sabor tostado característico de un café comercial, teniendo en consideración la cultura de consumo en el Valle de Mexicali, igualmente, se trabajó con un producto que se obtiene localmente y que tiene precedentes en la cultura mexicana y no se encuentra en un gran nivel de aprovechamiento, que es el dátil, la alternativa mencionada está elaborada a base de semilla de dátil, la cual es infundada y tratada con una adaptación del proceso de beneficiado

Cómo citar: Armenta-Arroyo, J. de D., García-Galaviz, A., Maciel-Juárez, M. L., Maciel-Juárez, M. L., Ortiz-Castillo, F., Limón-Rivera, R., Hernández-Arzaba, J. C., & Platas-Rosado, D. E. (2024). Propuesta; aprovechamiento de la semilla de dátil (*Phoenix dactylifera*) para elaborar un sustituto de café. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.193>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 45-47.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



húmedo del café, dicho esto, previamente para la realización de este producto se llevaron a cabo investigaciones documentales, las cuales sirvieron para ampliar el panorama general de la cafecultura y así mismo evaluar los aspectos que se consideran importantes sobre los beneficios que conlleva el uso o adquisición de la infusión de semilla de dátil.

Se llevaron a cabo estudios de mercado mediante la aplicación de encuestas tomando una muestra de 600 personas residentes en el Valle de Mexicali, con el propósito de demostrar y determinar si era una opción viable y rentable el introducir una sustitución del café al mercado, una vez se observó que un 88% de la muestra adquiriría o consumiría una alternativa de café, se comenzó a utilizar el método experimental con el cual se determinó el punto adecuado de tostado para la semilla y que además sirvió como agente base para proceder a realizar un estudio CATA, que proporcionaba información sobre comportamientos de consumo y servía para ver la respuesta sobre aceptación o negación del producto.

Proceso de obtención y elaboración del sustituto de café a base de semilla de dátil

Primordialmente se obtiene la semilla sin la pulpa del dátil, una vez adquirida la semilla, pasa por un proceso de lavado con agua hasta retirar todo exceso de cascarilla y pulpa, ya lista la semilla y limpia se deja secar al intemperie durante una hora o hasta que el nivel de humedad disminuya, luego se introducen 10 kilos de semilla en una olla para comenzar el proceso de cocción durante 30 minutos, esto para que el sabor del dátil se integre a la semilla y también ayuda a eliminar posibles restos de pulpa, seguido de esto se deja secar nuevamente al intemperie por una hora, ya una vez seca la semilla se coloca en bandejas metálicas para comenzar el proceso de tostado durante una hora y media para posteriormente dejar reposar la semilla para que enfríe y después pasar por un proceso de molido en un molino manual (Figura 1).

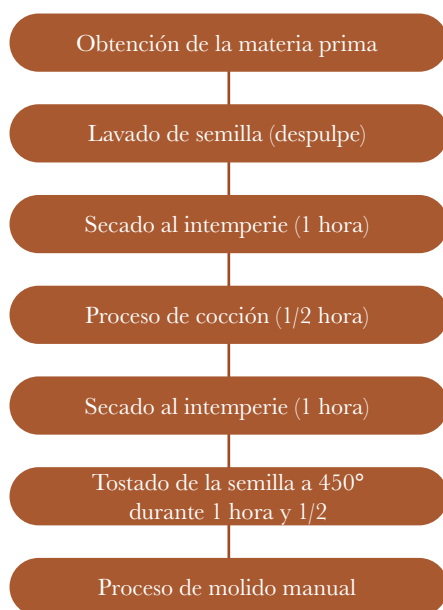


Figura 1. Diagrama de flujo proceso de la elaboración del sustituto de café a base de semilla de dátil.



Figura 2. Materia prima y presentación comercial del sucedáneo de café a base de semilla de dátil.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio					Recursos Humanos	Publicaciones
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible					Comercio	Número de familias beneficiadas
						Generación de empleos	Transferencias tecnológicas
						Capacitación	
						Finanzas Públicas	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
							Número de empleos generados

Implementación de pacas biodigestoras y lombricompostaje para la producción de plantas en el Nogal, Cardonal, Hidalgo

Castro-Martínez Oswaldo R.¹, Velázquez-Cigarroa, Erasmo², Tello-García, Enriqueta^{3*}

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica, Área de Biología. Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5, Texcoco, México. C. P. 56230.

² Universidad Autónoma de Guerrero. Posdoctorante CONAHCyT. Centro de Gestión del Desarrollo Calle Pino S/N Col. El Roble, C.P. 39640 Acapulco, Guerrero. México

³ Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Postgrado en Estudios para el Desarrollo Rural, Carretera México Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P.56230.

* Autor de correspondencia: tello.enriqueta@colpos.mx

Problema

Se ha puesto de manifiesto la necesidad de mejorar la calidad de la producción agrícola, reducir costos de producción, mejorar los ingresos de la población y generar empleos, promoviendo el desarrollo sustentable, adoptando nuevas alternativas tecnológicas que permitan mantener y recuperar la capacidad productiva de la tierra, preservando los recursos naturales y el ambiente. Por tanto, la relevancia de implementar ecotecias para el manejo sustentable de los residuos orgánicos ayuda, por un lado, hacer un uso eficiente de los recursos disponibles y por otro lado, ofrecer alternativas que ayuden a promover la producción de alimentos sanos y saludables.

En este sentido, y atendiendo la necesidad de habitantes de la comunidad del Nogal en el Estado de Hidalgo, se han implementado las pacas biodigestoras y el lombricomposteo para el manejo de residuos sólidos orgánicos, con la intención de producir abonos orgánicos para utilizarse en la producción de alimentos y especies forestales que se cultivan en la comunidad del Nogal, cabe mencionar que los suelos de esta localidad son delgados, pedregosos y con baja disponibilidad de materia orgánica. Se espera que los productos obtenidos sean utilizados para mejorar la calidad de suelo arriba señaladas. Si bien existen otros factores que determinan la producción agrícola, el sustrato es fundamental, pues es el soporte para el desarrollo de las plantas. Adicional a la atención de una necesidad técnica, también se ha contribuido en la conformación de equipos de trabajo para dar seguimiento a las actividades que implican el manejo de las pacas biodigestoras y la lombricomposta, al mismo tiempo, se ha avanzado de

Cómo citar: Castro-Martínez Oswaldo R., Velázquez-Cigarroa, Erasmo, & Tello-García, Enriqueta. Implementación de pacas biodigestoras y lombricompostaje para la producción de plantas en el Nogal, Cardonal, Hidalgo. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.299>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 49-52.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



manera colectiva para identificar y proponer actividades que permitan disminuir las vulnerabilidades técnicas, ecológicas y económicas a las que están expuestas al trabajar en condiciones de temporal, suelos pobres en nutrientes, entre otros.

Solución planteada

Se elaboró una propuesta de colaboración comunitaria, tomando en consideración las necesidades expresadas por los miembros de la comunidad. El diseño metodológico consistió en incorporar a los participantes y coordinadores del proyecto en procesos de análisis, investigación, planeación y acciones socioambientales encaminados al fortalecimiento de la producción y manejo sustentable de plantas de importancia agroforestal y a su vinculación social para el beneficio de la comunidad. Las fases fueron las siguientes: diagnóstico, implementación de capacitación, seguimiento de actividades, evaluación.

Con base en las características y necesidades descritas por los integrantes de la comunidad, fue considerado orientar el proyecto desde una perspectiva agroecológica, la cual a través de la sustentabilidad ofrece un marco teórico metodológico que permite la integración de la dimensión, ecológico, productiva, social y económica para atender de manera sistémica y participativa los problemas asociados a las actividades productivas de la comunidad el Nogal, perteneciente al municipio El Cardonal, ubicado en el Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo.

Ante esto, fue planteado como objetivo el implementar las ecotecnias pacas biodigestoras y lombricompostaje a través del aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y materiales para la obtención de sustratos con altos nutrientes y su uso en la producción y manejo sustentable de plantas con importancia agroforestal.

Con respecto a las pacas biodigestoras, la cual es una ecotecnia que funge como digestión biológica de residuos orgánicos, lo que genera un proceso eficiente en la gestión de este tipo de residuos, tiene la función de la neutralizar los malos olores, la reducción de plagas y gases, así como la regulación de lixiviados. Este micro ecosistema construido artesanalmente fue aceptado por los participantes de este proyecto por la facilidad en su aplicación, y porque el sustrato generado en el centro de la paca se puede utilizar como abono para las plantas al cabo de 5 o 6 meses transcurridos su elaboración, esto por la riqueza de los nutrientes generados por el proceso de fermentación que sucede en esta técnica (Figura 1).

Para el caso del lombricomposteo, la descomposición de los residuos ocurre mediante un proceso biooxidativos en condiciones controladas de humedad, temperatura y otros factores (Figura 2); lo cual a través de la construcción de un módulo y la incorporación de lombrices rojas (*Eisenia foetida*) y residuos orgánicos, así como el monitoreo constante de estos, permite la obtención de sustratos con índices favorables de nutrientes, lo cual impulsa la producción y consumo sustentable, así como evitar la pérdida de la biodiversidad al aprovechar integralmente los recursos agrícolas generados. Para lograr el objetivo planteado, se diseñó una estructura metodológica compuesta por cuatro fases (Cuadro 1), donde describe el desarrollo del proyecto y los resultados alcanzados, mismas que se aprecian a continuación:



Figura 1. Elaboración de pacas biodigestoras para para obtener materia orgánica e incorporarlas como sustrato a las plantas.



Figura 2. Construcción de módulo de lombricomposta y gestión de residuos orgánicos mediante la incorporación de lombrices rojas (*Eisenia foetida*).

Retribución social

Esta metodología, resultados y conocimientos generados están a disposición de la comunidad de El Nogal. En la actualidad, se continua en el desarrollo y monitoreo de estas prácticas sustentables para su consolidación, lo cual será posible mediante un trabajo colaborativo para la obtención de beneficios y el fortalecimiento de la gestión comunitaria en este tipo de escenarios rurales. Es a través de la generación de mesas de diálogo para el intercambio de experiencias lo que impulsa estrategias de mejora para el cumplimiento de los fines esperados (Figura 3). Mismas que se reflejan en las acciones de los participantes en sus actividades productivas, donde incorporan sus saberes tradicionales generadas a través de la transferencia del conocimiento, la prácticas agroecológicas y sustentables de la propuesta planteada, así como los fines del programa gubernamental “Sembrando vida”, lo cual genera una triada integral hacia la búsqueda de un bien común.

Cuadro 1. Metodología del proyecto en la comunidad del Nopal. Hidalgo.







Etapa	Actividad	Producto(s)
Fase 1. Presentación	Presentación del proyecto. Observación, comunicación, diálogo.	Información complementaria de los participantes y la localidad. Datos técnicos para el informe y el diseño de un cuestionario. Documentación.
Fase 2. Implementación de capacitación, comunicación y transferencia de tecnología	Implementación de taller “Pacas biodigestoras” Grupos de discusión	Memoria fotográfica, taller de ecotecnia, trípticos, folletos, lista de asistencia. Documentación.
	Implementación de taller “Lombricomposteo” Grupos de discusión Transferencia tecnológica	Memoria fotográfica, taller de ecotecnia, trípticos, folletos, lista de asistencia. Documentación.
Fase 3. Seguimiento de ecotecnias	Seguimiento y preevaluación de los avances: Pacas biodigestoras y lombricomposteo Grupos de discusión Transferencia tecnológica	Procesamiento y aprovechamiento de los sustratos orgánicos para la producción de plantas con importancia agroforestal. Aplicación de cuestionario de seguimiento. Documentación y memoria fotográfica.
Fase 4. Impacto y evaluación de resultados	Cierre del proyecto Evaluación de los resultados, diálogo e intercambio de experiencias en la comunidad	Evidencias. Acta de acuerdo de seguimiento de este proyecto Documentación Vídeo de divulgación Informe final

**Figura 3.** Procesos de capacitación a los participantes de la comunidad El Nopal.

Innovaciones, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Número de publicaciones
		Productores independientes		Económico			
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Comunidades agrarias		Ambiental	Conocimiento	Responsabilidad ambiental	Capacitación
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
							Número de empleos generados

Harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) una alternativa de suministro de proteína animal

Ramírez-Coronado, Blanca Isela¹; García-Sánchez, Erika Alejandra²;
Flores-Castañeda, Cristi Alicia³; García-Rodríguez, Alejandra Nataly⁴;
Vera-De la Cruz, José Luis⁵; Hernández-Arzaba, Juan Cristóbal⁶

¹ Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21720, Tel: 6863458827. blanca.ramirez59@uabc.edu.mx

² Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21820, Tel: 6862325994. garciae91@uabc.edu.mx

³ Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21720, Tel: 6862242733. cristi.flores@uabc.edu.mx

⁴ Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21800, Tel: 6861609987. nataly.garcia86@uabc.edu.mx

⁵ Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21830, Tel: 6864693398. luis.vera35@uabc.edu.mx

⁶ Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21720.

* Autor de correspondencia: juan.cristobal.hernandez.arzaba@uabc.edu.mx; <https://ror.org/05xwcq167>

Problema

En México, enfrentamos una serie de problemas relacionados con la alimentación que afectan profundamente a la población. Uno de los principales desafíos es la creciente prevalencia de la obesidad, una crisis de salud pública que coloca al país entre los más afectados a nivel mundial. Este problema es el resultado de varios factores, incluyendo una dieta poco saludable que se caracteriza por el consumo excesivo de alimentos procesados, ricos en grasas y falta de actividad física. En contrapartida, aunque la obesidad es un problema dominante, también enfrentamos el desafío de la desnutrición, especialmente en ciertas poblaciones rurales e indígenas.

La falta de acceso a alimentos nutritivos y una dieta equilibrada contribuyen a este problema que afecta principalmente a los niños y tiene efectos devastadores en su desarrollo físico y cognitivo. Un elemento clave que contribuye a estos problemas alimenticios en México es la proliferación de alimentos ultraprocesados. Estos productos, altos en calorías, grasas saturadas, azúcares y sodio, carecen de nutrientes esenciales. Su disponibilidad y precio asequible han llevado a su consumo excesivo, lo que a su vez ha desencadenado problemas de salud crónicos, incluida la obesidad y enfermedades relacionadas.

Dentro de esta categoría de alimentos ultraprocesados, encontramos un elemento preocupante: la presencia de creatina en muchas harinas y suplementos alimenticios. La creatina es una sustancia que, cuando se consume en exceso o de manera inadecuada, puede ejercer una presión adicional sobre los riñones. Esto se debe a que los riñones tienen la responsabilidad de eliminar cualquier exceso de creatina que no sea absorbido por el torrente sanguíneo. A largo plazo, este exceso de trabajo renal puede tener graves consecuencias para la salud de quienes consumen estos productos.

Por lo tanto, nuestro problema central se refiere a la necesidad de abordar estos desórdenes alimenticios en México, con un enfoque específico en la creciente presencia de creatina en alimentos altamente procesados, como harinas y suplementos alimenticios. Esta problemática tiene ramificaciones tanto en la salud del sistema digestivo como en el

Cómo citar: Ramírez-Coronado, Blanca Isela; García-Sánchez, Erika Alejandra; Flores-Castañeda, Cristi Alicia; García-Rodríguez, Alejandra Nataly; Vera-De la Cruz, José Luis, & Hernández-Arzaba, Juan Cristóbal. Harina de chapulín (*Sphenarium purpurascens*) una alternativa de suministro de proteína animal. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.184>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 53-55.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



sistema renal, ya que los riñones se ven sobrecargados al limpiar los restos no absorbidos de creatina del torrente sanguíneo. Para resolver este problema y garantizar la salud de la población, es crucial desarrollar estrategias que reduzcan la prevalencia de alimentos ultra procesados y, al mismo tiempo, promuevan una dieta más equilibrada y nutritiva como lo es consumiendo la harina a base de chapulín (*Sphenarium purpurascens*).

Solución planteada

CHAPNA es una empresa comprometida con la elaboración artesanal de harina de chapulín, utilizando la especie de chapulines conocida como *Sphenarium Purpurascens*. La harina de chapulín es una alternativa única y saludable en el mercado alimenticio. A diferencia de muchas harinas y suplementos procesados, nuestro producto es completamente natural, libre de sustancias químicas y con un alto contenido de proteína.

El chapulín es un insecto comestible que ha sido consumido tradicionalmente en varias regiones de México y otros países. Lo que hace que la harina de chapulín sea especial es su excepcional perfil nutricional. En comparación con otras fuentes de proteína, 100 gramos de chapulín aportan aproximadamente entre 60 y 70 gramos de proteína, mientras que 100 gramos de filete de res proporcionan sólo entre 26 y 30 gramos. Esto significa que el chapulín es una excelente fuente de proteína, y nuestra harina de chapulín concentra todos estos beneficios de manera conveniente.

Además de su alto contenido de proteína, la harina de chapulín es rica en otros nutrientes esenciales, como vitaminas y minerales. Su perfil nutricional la hace adecuada para una variedad de aplicaciones culinarias, desde la preparación de panes, *hot cakes*, galletas, y tortillas hasta la creación de batidos proteicos y barras energéticas.

Para respaldar aún más la comercialización de nuestra harina de chapulín, estamos comprometidos con la transparencia y la calidad. Realizamos análisis bromatológicos regulares para garantizar que nuestros productos cumplan con los estándares más altos de seguridad alimentaria y calidad nutricional. Nuestros esfuerzos están respaldados por una firme creencia en la promoción de una alimentación equilibrada y saludable.



Figura 1. De izquierda a derecha: Vera de la Cruz, José Luis; Ramírez-Coronado, Blanca Isela; García-Rodríguez, Alejandra Nataly; García-Sánchez, Erika Alejandra; y Flores-Castañeda, Cristi Alicia del emprendimiento CHAPNA, asesorado por Hernández-Arzaba, Juan Cristóbal.

En resumen, la harina de chapulín llamada CHAPNA representa una solución concreta y viable para abordar los problemas alimenticios en México. Su impresionante contenido nutricional, su versatilidad en la cocina y nuestro compromiso con la calidad y el medio ambiente la convierten en una opción valiosa para los consumidores que buscan una alternativa saludable y sostenible en lugar de alimentos altamente procesados (Figura 2).

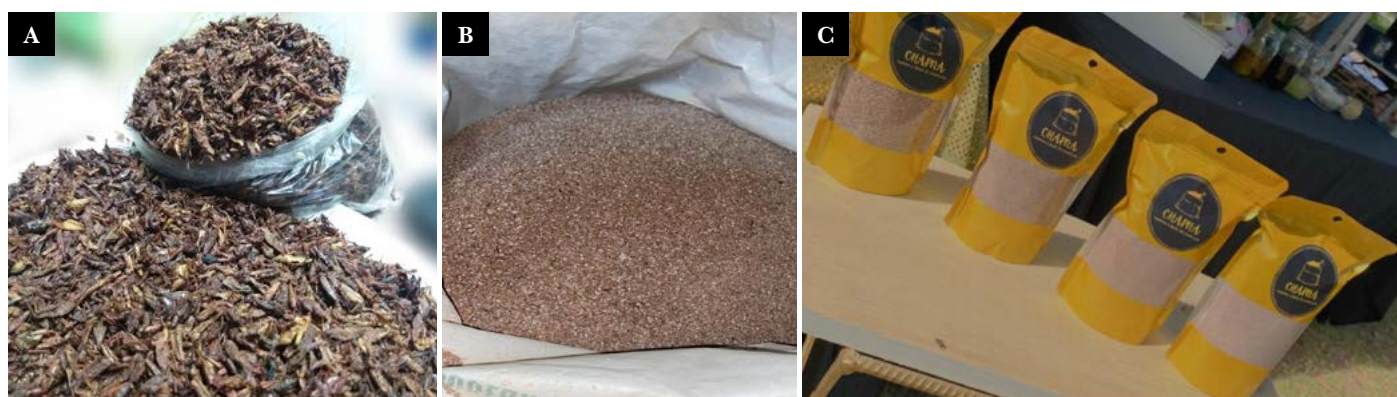


Figura 2. A: Chapulines secos. B: Chapulines en proceso de molienda para la harina de chapulín. C: Presentación comercial de la harina.

Innovaciones, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Salud Pública	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Número de familias beneficiadas
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.	Transferencias tecnológicas					
Modelo de negocio	Creación o reinención de un negocio	Desarrollo de productos y servicios para la sociedad					
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible	Exportación incremento (%)					
							Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
							Reducción de mortalidad

Pasta no tóxica de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel: alternativa de interés en la industria alimentaria

Oloqui, Enrique J.¹; Pérez-Escalante, Emmanuel²; Pérez-Flores, Jesús G.³; Moreno-Seceña, Juan C.⁴; Evangelista-Lozano, Silvia⁵; Martínez-Carrera Daniel^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados-Campus Puebla, Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM). Boulevard Forjadores de Puebla no. 205, Puebla 72760, México.

² Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Calle Mariano Abasolo #600, Colonia Centro, C. P. 42000, Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo, México.

³ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael Atlixco 186 C. P. 09340. Ciudad de México, México.

⁴ Colegio de Postgraduados-Campus Montecillos. Carretera México-Texcoco Km 36.5, C. P. 56264, Montecillo, Texcoco, México.

⁵ Instituto Politécnico Nacional-Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Carretera Yautepec-Jojutla Km. 6 Calle CEPROBI No. 8 C. P. 62731, Apartado Postal 24, Yautepec, Morelos, México.

* Autor para correspondencia: dcarrera@colpos.mx

Problema

La nutrición inadecuada es un problema que aqueja a millones de personas a nivel mundial afectando estructuras y la neuroquímica del cerebro por carencias en la ingesta de muchos nutrientes, principalmente proteínas. Las proteínas juegan un rol crítico en el desarrollo del cerebro fetal y en funciones neurológicas. El piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) es utilizado para obtener biocombustible, generando como subproducto una pasta rica en proteína; sin embargo, su consumo representa un riesgo, toda vez que presenta alta toxicidad por la presencia de ésteres de forbol (3.77 mg g^{-1}), limitando su aprovechamiento como especie rica en proteína y aminoácidos esenciales, restringiendo su uso en la industria alimentaria. Por este motivo, con el fin de tener un aprovechamiento integral de esta especie, es necesario buscar alternativas y mejorar el desarrollo agroeconómico del sector primario.

Solución planteada

Investigadores del Centro de Productos Bióticos (CEPROBI-IPN) desarrollaron un genotipo no tóxico denominado *Jatropha curcas* L. var. Sevangel (SIAP-SAGARPA, Registro: 1461), caracterizado por la ausencia de ésteres de forbol y con el potencial de posicionarse como una alternativa alimenticia, todo esto desde un enfoque de aprovechamiento sustentable favoreciendo la economía circular y la promoción de la salud pública. Esta variedad

Cómo citar: Oloqui, Enrique, J., Pérez-Escalante, E., Pérez-Flores, J. G., Moreno-Seceña, J. C., Evangelista-Lozano, S., & Martínez-Carrera, D. (2024). Pasta no tóxica de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel: alternativa de interés en la industria alimentaria. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.242>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 57-61.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



está siendo utilizada por varios productores en Morelos, México, para la industria de la refinería y obtener el subproducto para la alimentación animal. Esta variedad es sobresaliente por su perfil nutricional y compuestos beneficiosos que contribuyen a la salud humana y la posibilidad de incorporarse en productos alimenticios.

La pasta tiene un elevado contenido de proteínas, fibra dietética, ácidos grasos insaturados y minerales, mostrando cantidades significativas de aminoácidos esenciales. Además, se destaca su notable capacidad antioxidante gracias al contenido de ácido fítico, que se ha reportado previene cálculos renales y reduce el riesgo de cáncer de colon. También contiene compuestos como los inhibidores de tripsina y saponinas, los cuales se han asociado con efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades. La pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel es altamente prometedora para su utilización en la industria alimentaria y en la mejora de la salud, ya que permitiría abordar eficazmente la malnutrición con enfoque en sostenibilidad y en economía circular (Figura 1).



Figura 1. Proceso de extracción mecánica de aceite de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel posterior a su cosecha y secado de la semilla. El residuo posterior se le denomina pasta.



Figura 2. Pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel.

Composición

La pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel posee una composición proximal sobresaliente destacando por su alto contenido de proteína y fibra dietética, así como de fibra detergente neutra y ácida. El contenido de grasa del 13.53%, lo convierte en una valiosa fuente de energía, especialmente rica en ácidos grasos insaturados, principalmente ácido linoleico. Aunado a esto, el contenido de minerales de la pasta de *Jatropha* es alta en calcio, potasio y magnesio (Cuadro 1).

El alto contenido proteico de la pasta de esta nueva variedad no sólo es notable, sino que su perfil de aminoácidos presenta una combinación de aminoácidos esenciales, condicionales y no esenciales similar al de la quinoa, pseudocereal ampliamente reconocido por su perfil de aminoácidos. Entre los aminoácidos principales que contiene están: metionina, isoleucina, histidina, treonina y triptófano, siendo este último un hallazgo excepcional, ya que no se ha encontrado en otras variedades. Además de esto, la pasta de esta variedad exhibe una capacidad antioxidante significativa (Cuadro 2).

La pasta de esta variedad contiene compuestos secundarios benéficos, tales como el ácido fítico que forma complejos con minerales como zinc, calcio, hierro y magnesio impidiendo su absorción. Esto puede ser benéfico para prevenir la formación de cálculos renales y reducir el riesgo de padecer cáncer de colon. Además, los inhibidores de tripsina presentes en esta pasta pueden ser inactivados mediante calentamiento. Sin embargo, se ha observado que si no se inactivan se han relacionado con la reducción del riesgo de padecer cáncer de próstata y de mama. Asimismo, se ha reportado que el contenido de saponinas

Cuadro 1. Composición proximal, perfil de ácidos grasos y contenido mineral de la pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel.

Componente	Contenido (%)	Componente	Contenido (%)
Materia seca	93.10	FDN	39.44
Proteína cruda	32.23	FDA	30.07
Grasa	13.53	Fibra dietética	33.47
Cenizas	6.99	Carbohidratos	8.01*
Ácidos grasos saturados (mg 100 g ⁻¹)			
Ácido palmítico	800.70		
Ácidos grasos insaturados (mg 100 g ⁻¹)			
Ácido oleico	149.48	Ácido linoleico	1018.11
Ácido a-linoleico	61.56	Totales	1229.15
Minerales (mg 100 g ⁻¹)			
Aluminio	1.19	Potasio	778.91
Bario	0.92	Magnesio	367.22
Calcio	829.25	Manganeso	3.65
Cobre	32.65	Sodio	8.45
Fósforo	0.52	Níquel	0.91
Hierro	1.70	Zinc	1.80

FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida. Los resultados son expresados en base seca.

*Por diferencia.

Cuadro 2. Perfil de aminoácidos y capacidad antioxidante en pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel.

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Aminoácidos esenciales (g 100 g ⁻¹ de proteína)			
Metionina	0.63	Histidina	15.51
Valina	3.22	Lisina	3.23
Isoleucina	4.78	Treonina	4.21
Leucina	2.92	Triptófano	0.37
Fenilalanina	1.61		
Aminoácidos condicionales esenciales (g 100 g ⁻¹ de proteína)			
Arginina	5.12	Prolina	8.07
Cisteína	0.36	Tirosina	19.21
Glicina	0.64		
Aminoácidos no esenciales (g 100 g ⁻¹ de proteína)			
Asparagina	4.20	Glutamina	18.80
Serina	0.87	Alanina	3.80
Capacidad antioxidante			
Fenoles totales (mg de ácido gálico/100 g)	961.04	ABTS (mg de ácido ascórbico/100 g)	76.62
FRAP (mg Fe ²⁺ /100 g)	441.18	DPPH (mg Trolox 100 g ⁻¹)	312.39

FRAP: Poder antioxidante férrico reductor; ABTS: ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico); DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo. Los resultados son expresados en base seca.

en esta variedad posee efectos anticancerígenos, antimutagénicos, hipoglicemiantes, hepatoprotectores, inmunomoduladores, neuroprotectores, anticoagulantes, antiinflamatorios y antioxidantes.

Por último, los taninos presentes en la pasta actúan como inmunomoduladores, anticancerígenos, antioxidantes, antiinflamatorios, vasodilatadores, cardioprotectores, anti-trombóticos y protectores contra la radiación ultravioleta (Cuadro 3).

La pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel representa un subproducto valioso y una alternativa viable para abordar el problema de la malnutrición debido a su alto contenido de proteínas y nutrientes esenciales. Destaca por su potencial en la promoción de la salud y la prevención de diversas enfermedades, por lo que este subproducto puede desempeñar un papel significativo en la industria alimentaria y en la salud pública. Ac-

Cuadro 3. Compuestos secundarios en la pasta de *Jatropha curcas* L. var. Sevangel.

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Taninos (mg equivalentes de catequina/100 g)	11.94	Saponinas hemolíticas (Unidades hemolíticas/mg)	10.39
Inhibidores de tripsina (mg g ⁻¹)	12.80	Glucósidos cianogénicos (mg de ácido hidrocianico/100 g)	ND
Lectinas (mg/50)	ND	Ésteres de forbol (mg/g)	ND
Ácido fítico (%)	5.09		

ND: No detectado. Los resultados son expresados en base seca.

tualmente, el grupo de investigación estamos enfocados a desarrollar a bebida funcional a partir de este subproducto, que sea palatable, económica, sostenible y que favorezca la economía circular.

Innovaciones, Impactos e Indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Innovación sostenible	Desarrollo y obtención de una variedad de <i>Jatropha curcas</i> L. var. Sevangel (Título de obtentor: 1461)	Productores Morelos	Primario: Agricultura, Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Económico	Ciencia y Tecnología Salud Pública	Competitividad Comercio Generación de empleos	Registro solicitado y concedido Transferencia tecnológica Desarrollo de productos



In extenso

Huanglongbing: el dragón amarillo que pone en riesgo la citricultura

Pérez-Zarate, Luis Alfredo¹; Osorio-Acosta, Francisco¹; Ortega-Arenas, Laura Delia²; Martínez-Hernández, Aída³; Villanueva-Jiménez, Juan Antonio^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Fed. Xalapa-Veracruz. Manlio F. Altamirano. Veracruz, C.P. 91690, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Texcoco, Edo. de México, C.P. 56264, México.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltún-Edzná km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, C.P. 24450, México.

* Autor de correspondencia: javj@colpos.mx

Los cítricos son cultivos de gran importancia económica en países con clima tropical y subtropical, y son una fuente de ingresos para millones de personas a lo largo de toda la cadena productiva. Los principales países productores en el mundo son Brasil, Estados Unidos, China, España y México, y su relevancia económica se evidencia por la cantidad de empleos directos e indirectos generados en sus procesos productivos, así como en las divisas obtenidas por exportaciones y venta en los mercados locales.

En México, la industria de los cítricos incluye más de 625 mil hectáreas cultivadas y una producción de 8.61 millones de toneladas. Destacan como principales estados productores Veracruz, Michoacán, Tamaulipas, San Luis Potosí y Colima. Sin embargo, el país enfrenta desafíos significativos para mantener su producción, incluyendo los asociados al cambio climático y a la creciente incidencia y virulencia de plagas y enfermedades.

Origen y propagación del HLB

Los primeros reportes de árboles de cítricos con síntomas de amarillamiento y moteado en las hojas datan de finales del siglo XIX en el sur de China. El nombre de Huanglongbing (HLB) se mencionó por primera vez en 1956 en esta región, de donde es originaria. “Huang” significa amarillo, “long” se traduce como brote o como dragón y “Bing” como enfermedad; de esta manera, la traducción literal sería “enfermedad del brote amarillo” o “enfermedad del dragón amarillo”.

Esta enfermedad se dispersó al resto del mundo principalmente a través del comercio internacional de plantas infectadas, pero también por el movimiento de insectos vectores y de material vegetal contaminado. En la actualidad, la variante asiática de la bacteria se encuentra en todos los países con plantas de cítricos y especies cercanas, tanto en Asia como en Oceanía, Europa, y el continente americano de norte a sur. La variante africana se encuentra restringida al continente africano y está presente en algunos países del continente asiático. La variante americana está en Brasil y una nueva especie, denominada caribbeanus, se encuentra en el norte de Colombia. La distribución geográfica de los vectores también se relaciona con las bacterias; *Diaphorina citri*

Cómo citar: Pérez-Zarate, Luis Alfredo; Osorio-Acosta, Francisco; Ortega-Arenas, Laura Delia; Martínez-Hernández, Aída; & Villanueva-Jiménez, Juan Antonio. Huanglongbing: el dragón amarillo que pone en riesgo la citricultura. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.300>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 65-69.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



está presente en Asia, Europa y América, mientras que *Trioza erytrae* se encuentra en África (Figura 1).

El primer reporte de la presencia de *D. citri* en México se realizó en el año 2002; mientras que el primer árbol con síntomas característicos de la enfermedad se reportó hasta 2009 en Tizimín, Yucatán. A la fecha, tanto el vector como la enfermedad del HLB se encuentra en todos los estados citrícolas del país. La rápida dispersión de la enfermedad se asocia principalmente con la capacidad de vuelo y densidad del insecto vector, a su conectividad espacial con los hospederos, a las actividades agrícolas y comerciales del ser humano y a la dominancia de los vientos.

¿Quién ocasiona la enfermedad del HLB?

Esta enfermedad la ocasionan cuatro especies de bacterias del género *Liberibacter* limitadas al floema de las plantas: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs), *Ca. L. americanus* (CLam), *Ca. L. africanus* (CLaf), y *Ca. L. caribbeanus* (CLca). Las poblaciones de los insectos vectores *Diaphorina citri* y *Trioza erytrae* transportan y propagan la infección entre parcelas. *Candidatus Liberibacter asiaticus* predomina globalmente, incluyendo México, debido a una mayor capacidad adaptativa al clima y su alta capacidad de transmisión.

La presencia de ninfas y adultos de *D. citri* representa una amenaza directa para las plantas, ya que ocasionan deformaciones en hojas jóvenes y muerte prematura de brotes. Estos insectos también provocan daños indirectos, como la proliferación de hongos debido a la acumulación de la cera que excretan durante su alimentación y por supuesto, por la transmisión de la bacteria causante de la enfermedad del HLB (Figura 2A y B).

Síntomas y daños ocasionados por el HLB

Las plantas enfermas desarrollan una serie de síntomas característicos en las hojas, como moteado asimétrico, aclaramiento y engrosamiento de nervaduras, así como hojas

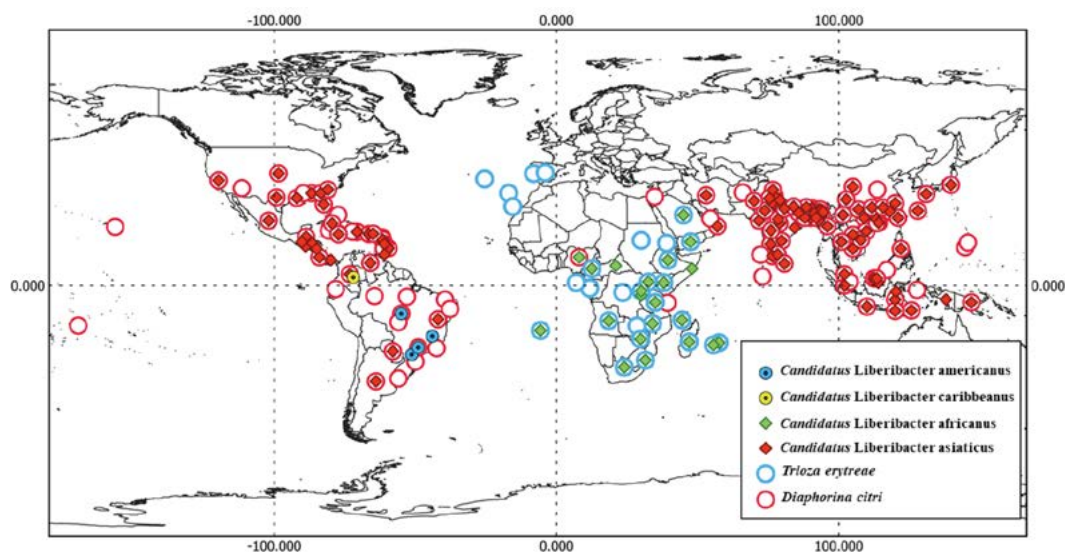


Figura 1. Distribución mundial de los patógenos y vectores asociados con la enfermedad del HLB.

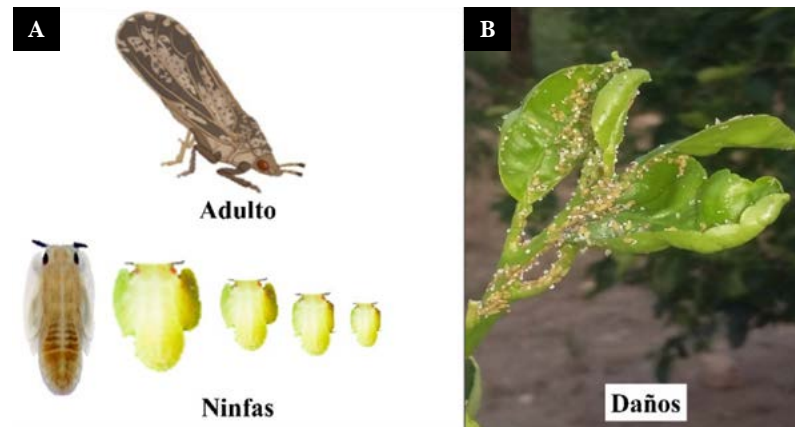


Figura 2. A) Ninfas y adultos de *D. citri*, y B) daños directos ocasionado a las plantas de cítricos.

corchosas. En cuanto a los frutos, caen prematuramente, tienden a deformarse y presentar maduración inversa; son más pequeños con cáscara más gruesa y al cortarlos de manera transversal, se observa aborto de semillas y una línea central curvada (Figura 3A). En general, los árboles muestran muerte de ramas y caída de hojas y son más susceptibles al ataque de otras plagas y enfermedades. El tiempo en que se manifiestan estos síntomas depende de la variedad atacada, la concentración de la bacteria en el árbol, la

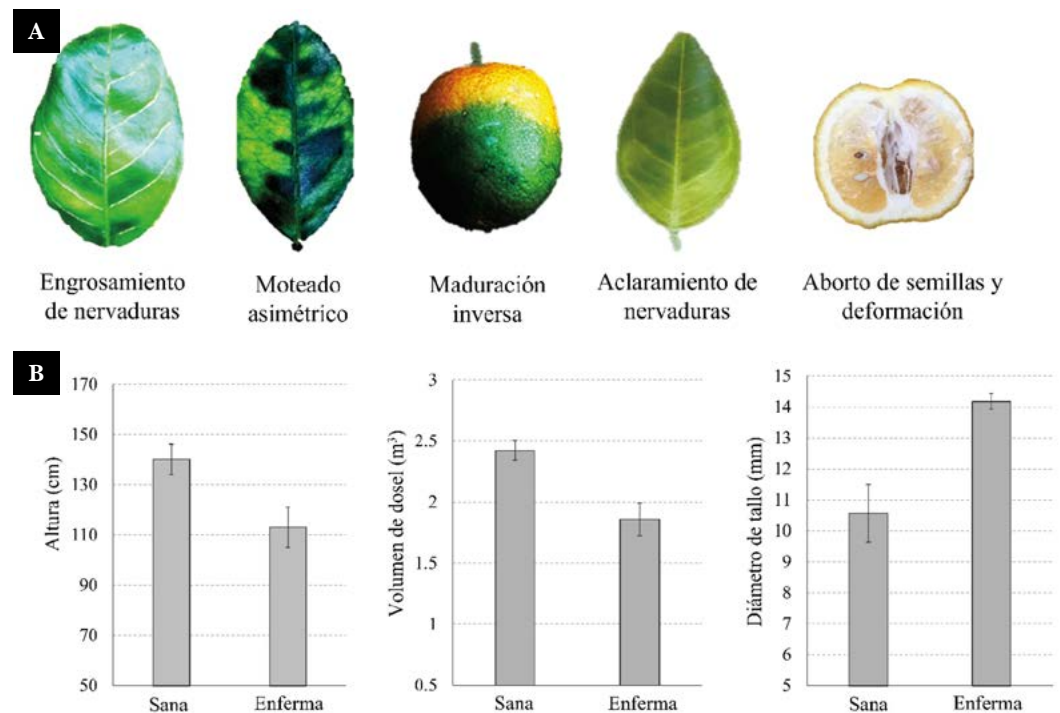


Figura 3. A) Síntomas característicos de la enfermedad del HLB en hojas y frutos de cítricos. B) Efecto de la enfermedad del HLB sobre variables como altura, el volumen de dosel y diámetro de tallo en plantas de limón Persa.

edad de los árboles, las condiciones ambientales prevalecientes, pudiendo oscilar entre uno y tres años, o incluso más.

Las plantas afectadas por esta enfermedad reducen el flujo de los azúcares producidos por la fotosíntesis, debido a un taponamiento del floema, lo que aumenta la acumulación de carbohidratos a nivel foliar. Además, la muerte de las raíces secundarias de la planta reduce la absorción de agua y nutrientes. Estos efectos se agravan porque hay aborto de flores y caída prematura de frutas, lo que en conjunto disminuyen marcadamente el rendimiento. Esta serie de eventos reduce significativamente la productividad de las plantas afectadas, lo que representa un desafío importante para la citricultura y su capacidad de producción.

Las plantas enfermas reducen su crecimiento y desarrollo en comparación con las plantas sanas. Nuestro equipo de trabajo determinó que el HLB redujo en 19% la altura y 23% el volumen del follaje de las plantas de limón Persa de 2 a tres años de edad, lo que ocurrió hasta un año y medio después de que se inocularon las plantas con la bacteria. Además, se registró un aumento del 25% en el diámetro del tallo de las plantas enfermas (Figura 3B). La disminución en el crecimiento de la planta resulta de una restricción en la absorción de agua, nutrientes y de una menor fotosíntesis. Por el contrario, el incremento en el diámetro del tallo podría estar asociado al crecimiento del tejido por el taponamiento del sistema vascular.

Estrategia de manejo y prevención

Las pérdidas económicas por efecto del HLB han sido cuantiosas en todo el mundo; para el caso de México, el estado de Colima donde se produce principalmente limón mexicano (el limón que se usa para los tacos), ha sido uno de los más afectados por la enfermedad, donde se han reportado pérdidas de más de 84 mil toneladas y por más de 300 millones de pesos. En Yucatán y otros estados productores de naranja se ha registrado un 17.3% de reducción en el peso de la fruta y 18.6% en el volumen de jugo.

Para manejar al HLB en el país, la autoridad fitosanitaria (SENASICA) ha establecido Áreas de Manejo Epidemiológico Fitosanitario (AMEFI), donde se realizan acciones de vigilancia epidemiológica en áreas de más de 1000 ha de cítricos estratégicamente definidas en huertos comerciales y zonas urbanas. Además, se realiza el monitoreo, control biológico y control químico de los insectos vectores de la enfermedad. También se recomienda el uso de planta certificada para sustituir las plantas enfermas que se van eliminando en etapas tempranas de infección.

La participación social en las acciones de manejo del HLB es fundamental para mantener controladas las poblaciones del insecto vector y evitar la dispersión de la enfermedad. El manejo regional del insecto vector ha mostrado mejores resultados respecto a aplicaciones individuales aisladas. La toma de decisiones por parte de los productores es fundamental en el control químico de la diaforina (*D. citri*), quienes tienen que considerar aspectos técnicos y ambientales para mejorar la eficiencia de las aplicaciones, evitando la contaminación ambiental.

Es crucial utilizar el insecticida adecuado, teniendo en cuenta su ingrediente activo o grupo toxicológico. Cuando un insecticida no está surtiendo efecto, no se debe aumentar

la dosis, algo que se hace comúnmente, lo que evitaría el desarrollo de resistencia de los insectos a los plaguicidas. En su lugar, es esencial buscar alternativas y ajustar estrategias de control que sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

Los equipos de aplicación también deben calibrarse de manera adecuada en cada aspersión. Es fundamental seleccionar la boquilla adecuada y utilizar filtros para evitar daños en los equipos. Además, se debe prestar especial atención a la calidad del agua y revisar el tamaño de gotas para evitar la evaporación o deriva causada por el arrastre del viento. Para optimizar las aplicaciones, se recomienda realizarlas por la mañana cuando la humedad relativa sea mayor al 80%. Es aconsejable aplicar a paso lento y constante, manteniendo una velocidad de no más de 3 km/hora (Figura 4), o a velocidades bajas cuando se aplica con tractor.

La fertilización de árboles enfermos es una práctica fundamental para prolongar su vida productiva. Se ha demostrado que, si se cuenta con riego, una fertilización anual dividida en al menos una aplicación al mes a lo largo del año es más efectiva que dos o tres aplicaciones con dosis mayores. Se debe determinar la dosis de fertilización adecuada para cada región cítrica, ajustándola según los análisis de suelo y agua correspondientes. Las plantas enfermas con HLB suelen requerir una fertilización más intensiva. Los Comités Estatales de Sanidad Vegetal pueden informar sobre las acciones de manejo específicas para cada región cítrica. Ellos pueden brindar orientación sobre qué patrones cuentan con características de tolerancia al HLB; además, apoyan en la coordinación de acciones de manejo regional en conjunto con otros productores. Esta colaboración coordinada es clave para implementar estrategias efectivas de manejo del HLB, que permiten promover la salud y productividad de los cultivos cítricos en México.

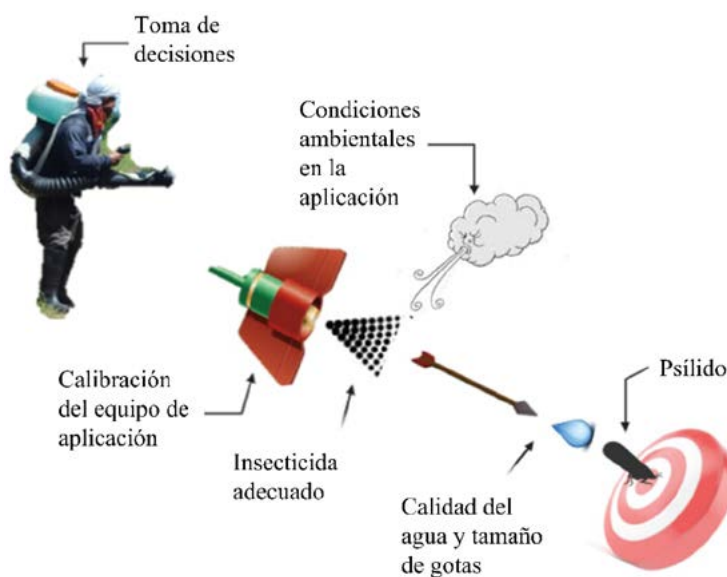


Figura 4. Consideraciones técnicas y ambientales en la aplicación de insecticidas para el control de *Diaphorina citri*.

Huanglongbing (HLB) de los Cítricos: Impacto Económico y Variabilidad Genética del Patógeno en México

Pérez-Zarate, Luis Alfredo¹; Osorio-Acosta, Francisco¹; Ortega-Arenas, Laura Delia²; Martínez-Hernández, Aída³; Villanueva-Jiménez, Juan Antonio^{1*}

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Fed. Xalapa-Veracruz. Manlio F. Altamirano. Veracruz, C.P. 91690, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Texcoco, Edo. de México, C.P. 56264, México.

³ Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltún-Edzná km 17.5, Sihochac, Champotón, Campeche, C.P. 24450, México.

* Autor de correspondencia: javj@colpos.mx

Contexto

La enfermedad del Huanglongbing (HLB) de los cítricos se ha considerado como la más destructiva en el mundo, asociada con cuantiosas pérdidas económicas debido a la reducción en la producción y calidad de la fruta, así como a la pérdida de empleos directos e indirectos. En México, el manejo del HLB se basa en el control del insecto vector, el uso de plantas certificadas y la eliminación de plantas enfermas. La respuesta de las plantas a la infección es diferencial entre especies y variedades de cítricos. Por ejemplo, los cítricos Dulces son más vulnerables que los cítricos agrios. Identificar los factores asociados con la tolerancia de algunas especies de cítricos, como la lima Persa, podría conducir al desarrollo de estrategias de manejo con potencial aplicación en condiciones de campo. Es crucial conocer las acciones de manejo que llevan a cabo los productores y las herramientas que utilizan para reducir el impacto de la enfermedad, como la fertilización y el uso de elicitores. Además, comprender la variabilidad genética del patógeno podría determinar la virulencia asociada con la severidad de los síntomas por región cítrícola, lo que permitiría la implementación de acciones de manejo específicas para cada región.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1: Determinantes genéticos y hormonales asociados con tolerancia y/o susceptibilidad de cítricos a la enfermedad del HLB

Cómo citar: Pérez-Zarate, L. A., Osorio-Acosta, F., Ortega-Arenas, L. D., Martínez-Hernández, A., & Villanueva-Jiménez, J. A. (2024). Huanglongbing (HLB) de los Cítricos: Impacto Económico y Variabilidad Genética del Patógeno en México. *Agro-Divulgación*, 4(2), https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.301

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iniguez.

Publicado en línea: Mayo 2024.

Agro-Divulgación, 4(2). Marzo-Abril. 2024. pp: 71-82.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Antecedentes

La enfermedad del Huanglongbing (HLB) de los cítricos es ocasionada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas); su transmisión entre las plantas se realiza principalmente por injerto y en mayor medida por el vector *Diaphorina citri*, también conocido como psílido asiático de los cítricos. Hasta la fecha, no se ha encontrado una cura para la enfermedad debido a que no ha sido posible aislar la bacteria en medios artificiales, lo cual dificulta su estudio y la búsqueda de alternativas de control efectivas. Por ese motivo, la estrategia de manejo en México se ha basado en el monitoreo y control del insecto vector, en el uso de planta certificada y la eliminación de plantas enfermas. A pesar de los esfuerzos realizados en la campaña contra plagas reglamentadas de los cítricos, a la fecha la enfermedad del HLB se encuentra en todos los estados citrícolas del país. El estado de Colima ha sido el más afectado por la enfermedad del HLB, con la pérdida de millones de pesos y empleos directos e indirectos.

Resultados de investigaciones científicas reportan que algunos cítricos, como el limón persa, muestran tolerancia a la enfermedad. Por el contrario, la naranja dulce, el limón mexicano y algunas mandarinas son más susceptibles. Lo anterior podría estar mediado por la expresión o represión de múltiples genes que participan en la respuesta contra la infección bacteriana, además de la participación de hormonas asociadas con la respuesta de inmunidad, entre otros factores asociados con el entorno en el que se desarrollan las plantas, como las acciones de manejo, las condiciones agroclimáticas, la edad de las plantas y el patrón utilizado.

Recientemente se ha hipotetizado que la enfermedad del HLB es ocasionada por el propio sistema inmune de la planta, ya que los síntomas observados no son ocasionados directamente por efecto de la bacteria. En ese sentido, los tratamientos enfocados en potenciar las defensas de la planta contra la enfermedad podrían ser perjudiciales en lugar de benéficos. Además, los mecanismos de tolerancia y/o susceptibilidad de las especies y/o variedades de cítricos aún no han sido comprendidos en su totalidad. Por lo tanto, es fundamental probar esta hipótesis mediante estudios rigurosos con herramientas ómicas y de cromatografía que analicen las interacciones entre la planta y la bacteria causante del HLB. Estos estudios no solo mejorarán nuestra comprensión de la enfermedad, sino que también podrían llevar al desarrollo de estrategias de manejo más efectivas y precisas para combatir el HLB en los cítricos.

Objetivo general

Evaluar las respuestas de defensa entre cítricos dulces y agrios ante la infección de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, patógeno causal del Huanglongbing de los cítricos.

Objetivos específicos

Determinar el nivel de infección del patógeno causal del HLB en *Citrus sinensis* y *Citrus aurantifolia* mediante inoculación.

Describir el proceso fisiopatológico de la infección de HLB en cítricos.

Evaluar la producción y acumulación de fitohormonas asociadas al estrés biótico en cítricos afectados por HLB.

Determinar el perfil transcriptómico de los cítricos tolerantes y susceptibles a la infección por HLB.

Determinar el perfil de expresión génica en cítricos afectados por HLB.

Evaluar el nivel de severidad de la infección relacionado con los síntomas visuales en las plantas afectadas.

Hipótesis

Los cítricos agrios presentarán respuestas de defensa más efectivas en comparación con los cítricos dulces frente a la infección con *Candidatus Liberibacter asiaticus*, lo que se reflejará en una mayor activación de genes relacionados con la resistencia a patógenos, una mayor acumulación de fitohormonas de defensa y una reducción menos severa de los síntomas asociados al Huanglongbing.

En la Figura 1 se resumen los procesos metodológicos para lograr los objetivos planteados en la línea de investigación 1.

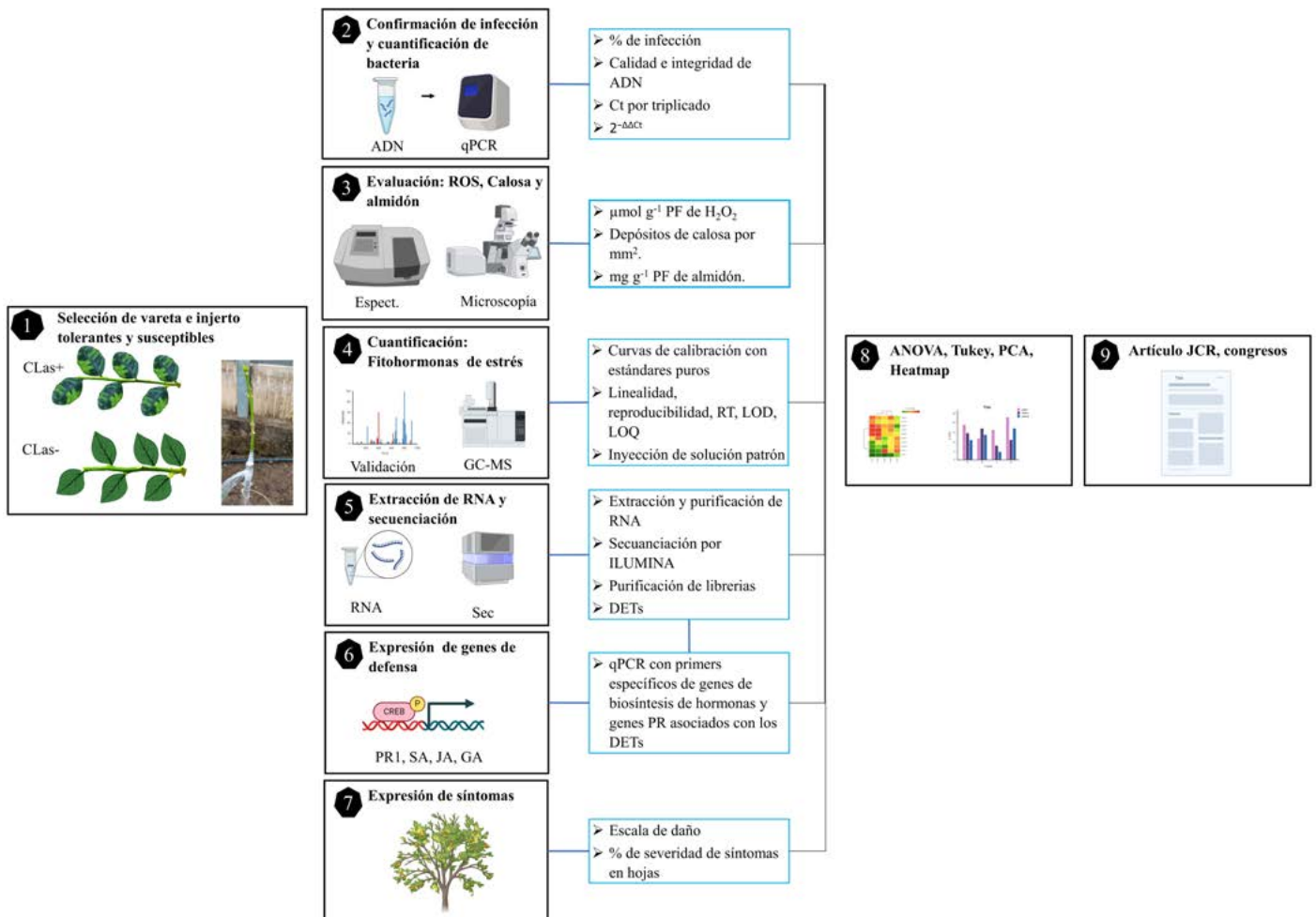


Figura 1. Diagrama de procesos metodológicos para lograr los objetivos en la línea de investigación 1.

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Existen diferencias entre los cítricos dulces y agrios en su respuesta al Huanglongbing?	¿Cuáles son las respuestas defensivas de los cítricos dulces y agrios ante el patógeno causante del Huanglongbing?	Revisión de la Respuesta Transcripcional y Hormonal en el Proceso Fisiopatológico del Huanglongbing (HLB) en Cítricos	<p>Determinar el nivel de infección del patógeno causal del HLB en <i>Citrus sinensis</i> y <i>Citrus aurantifolia</i> mediante inoculación</p> <p>Describir el proceso fisiopatológico de la infección de HLB en cítricos.</p> <p>Evaluar la producción y acumulación de fitohormonas asociadas al estrés biótico en cítricos afectados por HLB</p> <p>Determinar el perfil de expresión génica en cítricos afectados por HLB</p> <p>Determinar el perfil transcripcional de los cítricos tolerantes y susceptibles a la infección por HLB</p> <p>Evaluar el nivel de severidad de la infección relacionado con los síntomas visuales en las plantas afectadas</p>	<p>Realizar PCR en tiempo real en cítricos sanos y enfermos de <i>Citrus sinensis</i> y <i>Citrus aurantifolia</i></p> <p>Cuantificar la cantidad de bacterias en las nervaduras de las hojas de <i>Citrus sinensis</i> y <i>Citrus aurantifolia</i></p> <p>Determinación de especies reactivas de oxígeno (ROS), acumulación de callosa en el floema y almidón en lamina foliar de cítricos sanos y enfermos</p> <p>Análisis de la acumulación de ácido salicílico, ácido jasmónico y ácido giberélico mediante cromatografía de gases-masas en plantas de cítricos, tanto sanas como enfermas</p> <p>Realizar la detección de la expresión génica mediante RT-PCR en cítricos sanos y enfermos, centrándose en genes específicos relacionados inmunidad ante HLB.</p>	<p>Se realizará un análisis del porcentaje de infección y se aplicarán pruebas de ANOVA y Tukey para comparar la cantidad de bacterias entre los grupos, así como para evaluar la cantidad de ROS, calosa, almidón, hormonas, expresión génica y severidad. Además, se llevará a cabo una regresión lineal para desarrollar curvas de calibración para qPCR y GC-MS. Por último, se aplicarán técnicas de análisis multivariado, incluyendo Componentes Principales y correlación, para examinar las relaciones entre las variables analizadas</p>	<p>Comparar la cantidad de bacterias, especies reactivas de oxígeno (ROS), calosa, almidón, hormonas, transcritos y genes entre las variedades de estudio</p> <p>¿Cuáles son los transcritos, genes y hormonas característicos de cada variedad?</p> <p>¿Existen transcritos o genes relacionados con la respuesta inmune que estén sobre expresados o reprimidos?</p> <p>¿Existe correlación entre los transcritos o genes y la producción de ROS, calosa y almidón?</p> <p>¿Existen características a nivel transcripcional, génico o hormonal asociadas con la tolerancia o susceptibilidad?</p>	<p>Un artículo científico, un congreso, una tesis de licenciatura, una de maestría, y seminarios sobre resultados presentados ante personal de dependencias de sanidad vegetal e institutos de investigación</p>

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
<p>¿Cuál es el uso actual de fertilizantes en respuesta al escenario de HLB?</p>	<p>¿Se ha incrementado el uso de fertilizantes minerales en respuesta a la incidencia de la enfermedad del HLB en Martínez de la Torre?</p>	<p>Conocimiento y utilización de fertilizantes minerales en parcelas afectadas por el Huanglongbing</p>	<p>Determinar el conocimiento y la percepción de los productores sobre la necesidad de utilizar fertilizantes en sus parcelas</p> <p>Determinar los factores asociados con la utilización o no de fertilizantes balanceados, que incluyan tanto macro como micronutrientes para el manejo del HLB</p> <p>Realizar una caracterización de los productores basada en las características de su explotación agrícola</p>	<p>Evaluar los transcritos expresados diferencialmente en sanos y enfermos mediante secuenciación.</p> <p>Encuesta: Datos socioeconómicos y productivos, años de experiencia en el manejo de cítricos</p> <p>Conocimiento sobre el uso de fertilizantes, incluyendo las aplicaciones anuales, dosis, tipos de aplicaciones (foliares, al suelo) y épocas de aplicación.</p> <p>Conocimiento sobre la relación entre el uso de fertilizantes y la salud de las plantas</p> <p>Capacitación sobre el uso de otras fuentes de fertilización y otras actividades agrícolas</p> <p>Conocimiento sobre la identificación de síntomas de deficiencia, incidencia de otros productores sobre acciones de manejo,</p>	<p>Se determinará el tamaño óptimo de la muestra y se realizará estadística descriptiva, incluyendo medias y porcentajes. Se analizará la frecuencia de uso de diferentes tipos de fertilizantes, se calcularán índices, se examinarán correlaciones y se aplicará el método de clúster</p>	<p>¿Cuáles son los fertilizantes más utilizados?</p> <p>¿Cuál es la frecuencia de uso en condiciones de temporal o riego?</p> <p>¿Cuál es el conocimiento de los productores sobre la fertilización y su relación con las enfermedades?</p> <p>¿Cuáles son los factores que determinan el uso de fertilizantes?</p> <p>¿Hay alguna relación con el tipo de productores y el uso de fertilizantes?</p>	<p>Artículos científicos, tesis de licenciatura y maestría, participación en reuniones ejidales, trípticos informativos</p>

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
¿Los productores emplean elicitores para el manejo de enfermedades en cítricos?	¿Existen elicitores en el mercado que estén demostrando un efecto de recuperación de la salud en plantas enfermas con HLB?	Uso de elicitores como estrategia para el manejo del Huanglongbing (HLB) en la zona central de Veracruz	Realizar un estudio de mercado sobre los elicitores comercializados en Martínez de la Torre Determinar cuáles elicitores utilizan los productores en sus parcelas y por qué los utilizan ¿Cuáles son aplicados en plantas enfermas con HLB? Determinar la percepción de los productores sobre el efecto de los elicitores para el manejo de enfermedades en cítricos	Descripción de los elicitores comercializados y categorizarlos de acuerdo con el ingrediente activo Encuesta para conocer elicitores utilizados Elicitores aplicados en cítricos con HLB Índices sobre conocimiento y percepción de productores sobre el efecto de elicitores en el manejo de enfermedades	Tamaño óptimo de muestra, comparación de índices mediante técnicas no paramétricas, Correlaciones	¿Cuáles son los elicitores comercializados, cuales de ellos se aplican en cítricos? ¿Los productores aplican elicitores para el manejo del HLB? Con base en los ingredientes activos ¿Activan una ruta de señalización específica? Plantear cuáles elicitores potencialmente tendrían un efecto en la recuperación de la salud de árboles enfermos, basándose en el conocimiento de los productores y en el efecto potencial sobre rutas de señalización específicas	Artículo científico, de divulgación, tríptico, congresos, base para el planteamiento de otra investigación sobre la efectividad de los elicitores <i>in situ</i>
¿Cuáles son las pérdidas económicas causadas por el HLB en los cultivos de cítricos?	¿Cuáles son las pérdidas económicas ocasionadas por el efecto del HLB en los cultivos de cítricos en Martínez de la Torre?	Impacto del Huanglongbing en la producción de cítricos en Martínez de la Torre, Veracruz	Evaluar la fluctuación de precios de los cítricos dulces y agrios en el mercado local Calcular los costos de producción y rendimiento por hectárea en naranjas, limón Persa, toronjas y mandarina	Precio por kg de fruto fresco Encuesta: Uso de insumos: mano de obra, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, otros.	Encuesta: Tamaño óptimo de muestra, estadística descriptiva de datos de productores, análisis clúster. Kruskal-Wallis y comparación de medias no paramétrica. ANOVA y Tukey de datos de evaluaciones <i>in situ</i>	Meses con mayor demanda y mejores precios Análisis comparativo de los costos de producción y la utilidad estimada por cada cultivo	Artículos, tesis de licenciatura y maestría, así como la participación en reuniones ejidales y la elaboración de trípticos informativos

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
				Determinar, a través de encuestas y registros de bitácoras, el historial de producción en jugueras, empacadoras y entre los productores	Bitácora sobre diversidad de enfermedades		
¿Existen variantes genéticas del patógeno del HLB en México?	¿Existen variantes genéticas de la bacteria causal del HLB en el norte, centro y sur del país?	Diversidad genética de <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> en México	<p>Recopilar el historial de producción de los últimos 10 años por productor, tanto en las jugueras como en las empacadoras</p> <p>Evaluar la percepción de los productores respecto al impacto del HLB en sus cultivos</p> <p>Evaluar el rendimiento in situ en parcelas afectadas por el HLB</p> <p>Describir la incidencia de otras enfermedades que coexisten con el HLB</p> <p>Recolectar muestras de hojas de <i>Citrus sinensis</i> en los estados de Sinaloa, Colima, Veracruz y Yucatán</p>	<p>Encuesta sobre: Conocimiento sobre el vector, identificación de síntomas, acciones de manejo relacionadas con el HLB. Percepción sobre las pérdidas de rendimiento debido al efecto del HLB u otras plagas y enfermedades</p> <p>Identificación de árboles sanos y enfermos de limón persa, naranja, toronja y mandarina mediante PCR</p> <p>Seguimiento del ciclo productivo hasta producción: número de frutos por árbol, peso de frutos por árbol, contenido de grados brix</p> <p>Registro de la incidencia de plagas y enfermedades en parcelas evaluadas</p> <p>Tamaño de muestra representativo de cada sitio</p>	<p>Análisis multivariado (correlación)</p> <p>Realizar dendogramas, determinar el porcentaje de GC, llevar a cabo análisis de redes de similitud y realizar un análisis UMAP utilizando características genéticas</p>	<p>Con base en la percepción, ¿se ha notado una reducción en el rendimiento? En caso afirmativo, ¿a partir de qué año se observó esta reducción y cómo se relaciona con el año de identificación de la enfermedad?</p> <p>Relacionar lo anterior con datos de jugueras y empacadoras</p> <p>Finalmente, ¿qué ocurre in situ? ¿Existen diferencias entre los árboles enfermos y sanos en cuanto a los parámetros productivos? ¿cómo el conjunto de variables se relaciona y cuál es el impacto económico estimado?</p> <p>¿Hay diversidad o no?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de similitud entre los genomas?</p>	Artículo científico, congresos, tesis.

Pregunta simple	Pregunta de investigación	Título	Objetivos	Variables	Análisis estadístico	Discusión	Propiedad intelectual (productos)
			Extraer DNA para cada sitio de muestreo	DNA de calidad de mínimo 100 ng uL ⁻¹ .		¿Existe alguna relación entre los cambios y las condiciones ambientales específicas de los sitios	
			Purificar DNA	Genoma secuenciado		¿Existen diferencias entre los genomas reportados en otras zonas citrícolas del mundo	
			Secuenciación de genoma de CLas por para cada sitio	librerías, análisis y ensamble de secuencias		¿Hay alguna relación de alguna variante con los daños observados en campo para ese sitio?	
			Análisis bioinformático de resultados	Comparación de genomas			

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 2 y 3: Conocimiento y utilización de fertilizantes minerales y elicitores en parcelas afectadas por el Huanglongbing

Antecedentes

La fertilización mineral es esencial en la agricultura para mantener niveles de producción económicamente aceptables y en el manejo de enfermedades, ya que una planta bien nutrida puede estar mejor preparada para resistir el ataque de patógenos. En el contexto del HLB (Huanglongbing) de los cítricos, la fertilización balanceada ha demostrado ser una herramienta viable para prolongar la vida productiva de los árboles enfermos. Esto se suma a las acciones de manejo promovidas por la campaña del HLB de los cítricos. Es esencial aplicar el fertilizante de manera correcta en términos de momento, dosis, sitio y fuente para mejorar la eficacia de los programas de fertilización. Ante un escenario de incidencia de HLB, la fertilización ha mostrado ser más efectiva si divide el requerimiento anual de fertilizante en múltiples aplicaciones más pequeñas, administradas gradualmente en dosis menores y más frecuentes. Se ha reportado que las plantas enfermas con HLB incrementan la demanda de nutrientes por afectaciones al sistema vascular y las dosis comúnmente utilizadas, así como la frecuencia de las aplicaciones en campo podrían no ser suficientes para mantener la producción en plantaciones enfermas. Esta información es fundamental para crear programas de fertilización balanceados y mejorar la eficiencia de las aplicaciones con énfasis en las regiones y especies y/o variedades.

Los elicitores, también conocidos como inductores de resistencia, son moléculas capaces de activar el sistema inmunitario de las plantas. Esto ocurre cuando son reconocidos por receptores específicos, lo que desencadena una cascada de señalización que resulta en cambios en la expresión de genes relacionados con la inmunidad. Actualmente, en el mercado existen numerosos productos destinados a la inducción de resistencia. Sin embargo, se sabe poco sobre cuáles de ellos se están utilizando realmente en el manejo del HLB y si son efectivos para restaurar la vitalidad de las plantas enfermas.

En este sentido, un diagnóstico oportuno podría ayudar a identificar los principales elicitores utilizados y los mecanismos asociados con la inducción de defensa en las plantas de cítricos. Este conocimiento sería crucial para determinar la eficacia de estos productos y su impacto en la recuperación de los árboles afectados por el HLB. Tanto los elicitores como el manejo nutricional pueden ser complementarios para el manejo del HLB en México. Sin embargo, es esencial comprender lo que realmente se está implementando para identificar áreas de oportunidad. Esto permitiría realizar evaluaciones futuras con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas para el manejo de esta enfermedad.

Objetivo general

Evaluar el manejo de fertilizantes y el uso de elicitores en la producción de cítricos en Martínez de la Torre, Veracruz, mediante el análisis del conocimiento, percepción y prácticas de los productores, así como de los factores asociados con su utilización y efectividad en el manejo del Huanglongbing (HLB).

Objetivos específicos

Determinar el conocimiento y la percepción de los productores respecto a la necesidad de utilizar fertilizantes en sus parcelas.

Determinar los factores asociados con la utilización (o no) de fertilizantes balanceados, tanto macro como micronutrientes.

Realizar una caracterización de los productores basada en las características de su explotación agrícola.

Realizar un estudio de mercado sobre los elicitores comercializados en Martínez de la Torre.

Determinar cuáles elicitores utilizan los productores en sus parcelas y cuáles son utilizados para el manejo del HLB.

Determinar la percepción de los productores sobre el efecto de los elicitores para el manejo de enfermedades en cítricos.

Hipótesis

El manejo de fertilizantes y el uso de elicitores en la producción de cítricos estarán determinados por el conocimiento, percepción y prácticas de los productores, así como por factores externos como recursos disponibles y accesibilidad a información técnica.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 4. Estimación del impacto económico del Huanglongbing de cítricos.

Antecedentes

Los impactos económicos del Huanglongbing (HLB) en el mundo son incalculables y los reportes sobre las afectaciones económicas y sociales son estimaciones realizadas mediante modelos, con muy pocas aproximaciones a un diagnóstico real en las zonas cítricas importantes, especialmente en México. Las afectaciones del HLB a los árboles están relacionadas con una reducción en el rendimiento y calidad de la fruta, además de la muerte eventual de los árboles enfermos. En plantaciones con incidencia del HLB, los costos de producción se incrementan considerablemente debido a los gastos extra asociados con el manejo de la enfermedad. Todo esto, en conjunto, conduce a la pérdida de empleos directos e indirectos y afectaciones a todos los eslabones de la cadena productiva de los cítricos.

El impacto económico de la enfermedad del HLB en México ha sido poco estudiado y las asociaciones locales han realizado estimaciones sobre el impacto potencial. En Veracruz se estima una reducción en la producción de aproximadamente el 30% por efecto de la enfermedad sin embargo se requiere un estudio riguroso para confirmar el impacto real de la enfermedad en el estado. Lo anterior es fundamental para la toma de decisiones sobre las acciones de manejo a nivel local y regional.

Objetivo general

Estimar las pérdidas económicas directas e indirectas por efecto del HLB en cítricos en Martínez de la Torre.

Objetivos específicos

Evaluar la fluctuación de precios de los cítricos dulces y agrios en el mercado local.

Calcular los costos de producción y rendimiento por hectárea en naranjas, limones, persas, toronjas y mandarina.

Recopilar el historial de producción de los últimos 10 años por productor, tanto en las jugueras como en las empacadoras.

Evaluar la percepción de los productores respecto al impacto del HLB en sus cultivos.

Evaluar el rendimiento *in situ* en parcelas afectadas por el HLB.

Hipótesis

Las pérdidas económicas directas e indirectas causadas por el Huanglongbing (HLB) en cítricos en Martínez de la Torre son significativamente mayores en comparación con las áreas no afectadas por la enfermedad. Esto se debe a la disminución de la producción de cítricos, el aumento de los costos de producción, así como los efectos secundarios en la economía local, como la pérdida de empleos y la reducción de ingresos para los productores y trabajadores del sector cítrico.

En la Figura 2 se resume el proceso metodológico para alcanzar la línea de investigación 2, 3 y 4.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 5. Variabilidad genética de cepas de *Candidatus Liberibacter asiaticus* en México.

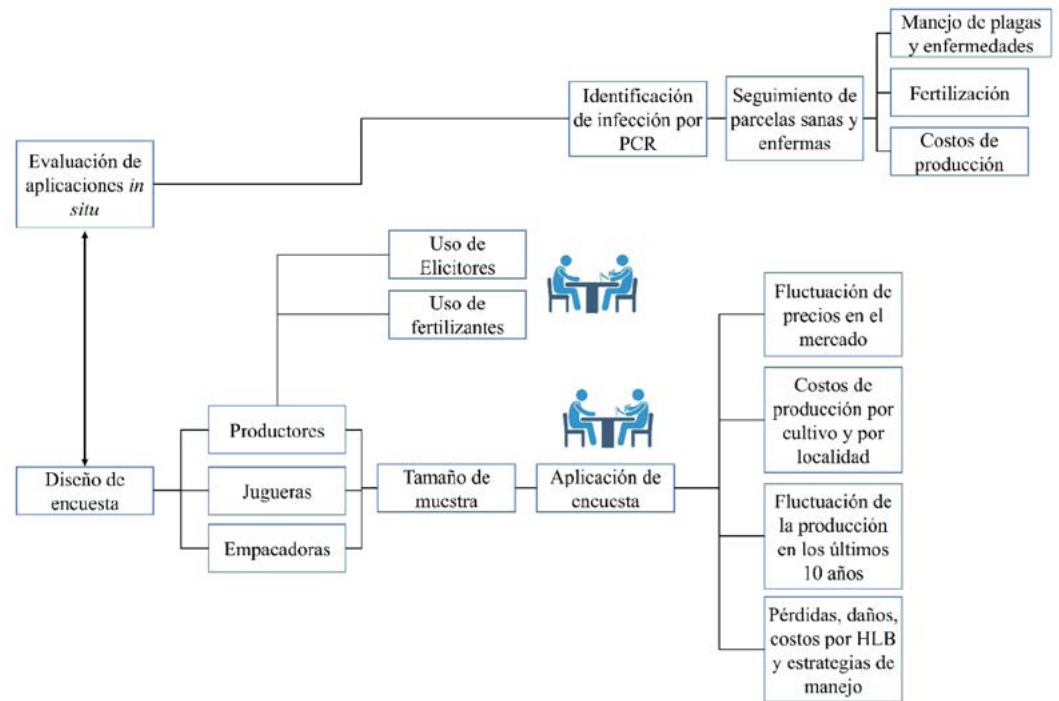


Figura 2. Diagrama de procesos metodológicos para lograr los objetivos en la línea de investigación 2, 3 y 4.

Antecedentes

En el mundo se ha realizado diversos estudios sobre la diversidad genética de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, mostrando asociación de la variabilidad genética con la virulencia de la bacteria y su capacidad para la infestación de diferentes variedades de cítricos, lo que ha indicado una adaptabilidad de la bacteria a diferentes condiciones ambientales. En ese sentido, la diversidad de condiciones climáticas en México y la variabilidad en el desarrollo de síntomas y afectaciones sugiere una posible diversidad genética de la bacteria. Lo anterior permitiría comprender mejor la biología y evolución de la bacteria y llevaría al desarrollo de estrategias de manejo más efectivas y específicas para cada zona citrícola.

Objetivo general

Analizar la variabilidad genética de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, bacteria causal del HLB, en las regiones del norte, centro y sur del país.

Objetivos específicos

Recolectar muestras de hojas de *Citrus sinensis* en los estados de Sinaloa, Colima, Veracruz y Yucatán.

Extracción y purificación de DNA para cada sitio de muestreo.

Secuenciación de genoma de CLAs por para cada sitio

Análisis bioinformático de resultados y comparación con genomas previamente reportados.

Hipótesis

Existe una variabilidad genética significativa de *Candidatus Liberibacter asiaticus* entre las regiones del norte, centro y sur de México debido a diferencias ambientales, geográficas y de manejo agronómico, lo cual podría asociarse con la patogenicidad y el nivel de daño mostrado en campo.

En la Figura 3 se resume el procedimiento metodológico para lograr el objetivo planteado en la línea de investigación 5.



Figura 3. Diagrama de procedimiento metodológico para lograr el objetivo de la línea de investigación 5.

ad[®]