

# Agro-Divulgación

Año 3 • Volumen 3 • Número 5 •  
septiembre-octubre, 2023

Calidad de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponía **7**

Maíces nativos mejorados para zonas de bajo y mediano potencial productivo de México **13**

Producción de biosurfactantes por *Enterobacter soli* una alternativa para la actividad agrícola sostenible **17**

Beneficios del kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en huertas de lima Persa **21**

Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio **25**

Método para contribuir a la conservación de los grupos funcionales de aves en áreas con aprovechamiento forestal **33**

Sistemas silvopastoriles en clima templado **43**

y más artículos de interés...

**Propuesta:**  
Línea de Generación y  
Aplicación del Conocimiento  
“Percepción y valoración de  
servicios ecosistémicos”


página 63


# Contenido

Año 3 • Volumen 3 • Número 5 • septiembre-octubre, 2023


| Semblanza   |    |
|---|----|
| Prof. Dr. Ing. Habil. <i>Erich Dietmar Rössel Kipping</i>   | 3  |
| Casos de éxito  |    |
| Calidad de nopal verdura ( <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponía    | 7  |
| Maíces nativos mejorados para zonas de bajo y mediano potencial productivo de México  | 13 |
| Producción de biosurfactantes por <i>Enterobacter soli</i> una alternativa para la actividad agrícola sostenible                    | 17 |
| Beneficios del kudzu ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) en huertas de lima Persa  | 21 |
| Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio | 25 |
| Método para contribuir a la conservación de los grupos funcionales de aves en áreas con aprovechamiento forestal                    | 33 |
| Sistemas silvopastoriles en clima templado  | 43 |
| Aumento de la eficiencia económica-reproductiva en ovejas al reutilizar dispositivos CIDR en la sincronización de estros            | 49 |
| Mitos y realidades sobre el consumo de huevo  | 55 |
| Desarrollo de un suplemento alimenticio a base de suero de leche e insectos comestibles   | 59 |
| Propuesta: Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento “Percepción y valoración de servicios ecosistémicos”                   | 63 |

## 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 3, Volumen 3, Número 5, septiembre-octubre 2023. Es una publicación bimestral editada por el Colegio de Postgraduados, Carretera México-Tezcoco Km. 36.5, Montecillo, Tezcoco, 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, 7 de diciembre de 2023. 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, Tezcoco,  
Estado de México.  
 [larevalo@colpos.mx](mailto:larevalo@colpos.mx)

### Contacto de soporte

 Soporte  
 5959284703  
 [martinez.valeria@colpos.mx](mailto: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](http://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  |  |   |                                       |
| <b>Incremental</b>                  | Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.  | Asociaciones de Productores | <b>Primario:</b><br>Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería<br><br><b>Secundario:</b><br>Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)<br><br><b>Terciario:</b><br>Servicios que se prestan a la sociedad: Comercio, Transporte, Educación, Ocio, etc.<br><br><b>Cuaternario:</b><br>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.<br><br>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) | Social  | Ciencia y Tecnología   | Competitividad  | Registro solicitado y concedido       |
| <b>Procesos</b>                     | Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro  | Gobierno de los Estados     |   | Económico   | Económico  | Recursos Humanos  | Certificaciones                       |
| <b>Servicios</b>                    | 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       |
| <b>Modelo de negocio</b>            | Creación o reinención de un negocio  |                             |   |   |  |   | Empresas rurales formadas             |
| <b>Innovación sostenible</b>        | Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible  |                             |   |   |  |   | Empresas formadas                     |
| <b>Innovación frugal</b>            | 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           |
| <b>Innovación de código abierto</b> | 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                                      |                                       |
| <b>A través de experiencias</b>     | Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores   |                             |   |   |  | Exportación incremento (%)  |                                       |
| <b>Innovación disruptiva</b>        | 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*



# Prof. Dr. Ing. Habil. *Erich Dietmar Rössel Kipping*

- Académico en el Colegio de Postgraduados (1993-2023)
- Ingeniero Mecánico, TU Dresden (1964)
- Maestría en Pedagogía de Ingeniería y Diplomado en Ingeniería, TU Dresden (1966)
- Dr. Ing., Rostock (1970)
- Dr. Ing. habil, Rostock (1975)



**E**l Prof. Dr. Ing. hábil. Erich Dietmar Rössel Kipping de nacionalidad Alemana es ingeniero mecánico de formación. Derivado de su especialidad en ingeniería mecánica y precedido por la gran experiencia obtenida, lo llevó a ocupar la Rectoría de la IHBerlín de 1987 a 1990, e inicialmente conformó un grupo de especialistas que sentó las bases para el diseño y fabricación de diversos implementos agrícolas.

Se incorpora al Colegio de Postgraduados (COLPOS) en febrero del 1993, bajo el auspicio del Centro para la Migración Internacional, dependiente de la Agencia para la Cooperación Técnica (CIM/GTZ) de Alemania, sustentado en su programa de Expertos Integrados.

El Dr. Rössel Kipping ha estado adscrito desde entonces a la Unidad Académica ubicada en la ciudad de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, que en ese entonces se denominaba Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas (CREZAS), y actualmente como Campus San Luis Potosí. La llegada del Dr. Rössel permitió la integración de un Grupo interdisciplinario de Académicos cuya función fue la elaboración de un programa académico de posgrado en Ingeniería Agrícola, la cual concluyó en un posgrado en maquinaria agrícola iniciando en el año 1996 favorecido con becas Conacyt a los estudiantes.

En el año 1999, asumió la responsabilidad del programa como Coordinador. La originalidad y pertinencia de las investigaciones conducidas le facilitó que en el año 1995 el Sistema Nacional de Investigadores (SIN-Conacyt) le confiriera la distinción de Investigador Nacional Nivel 1, misma que ha conservado ininterrumpidamente hasta el día de hoy. La

actividad académica del Dr. Rössel se fortaleció al incursionar en líneas de investigación de impacto global, tales como las energías renovables en sus diferentes vertientes, así como la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

La suma del esfuerzo del cuerpo académico y de apoyo del Campus San Luis Potosí fructificó con la apertura del posgrado en Producción Sustentable de Bioenergéticos en el año 2012, y en el periodo 2014-2022 de la Maestría y Doctorado en Ciencias en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Este incremento de actividad académica y de investigación fue motivo para establecer el laboratorio de energías alternas, bajo el liderazgo del Dr. Rössel.

Toda la infraestructura creada y los programas académicos en los que ha participado el Dr. Rössel le ha permitido colaborar en muchos Comités de Investigaciones de Tesis de Maestría y Doctorado en Colegio de Postgraduados y de Licenciatura en Universidades nacionales, con quienes ha desarrollado una afable reputación a través de la impartición de cursos y seguimiento puntual de sus investigaciones. Tan es así que, durante este recorrido por COLPOS, el Dr. Rössel ha sido reconocido como académico distinguido y con estímulos a la carrera docente (CADOS) por su productividad académica. Es conveniente mencionar sus innumerables participaciones en eventos científicos nacionales e internacionales, sus publicaciones científicas, innovaciones tecnológicas, libros, patentes, modelos de utilidad entre otros principales, contribuyendo al acervo del conocimiento a través del Colegio de Postgraduados.

Es autor y coautor en 11 libros y cuenta con más de nueve capítulos de libro; ha publicado más de 30 artículos en revistas de alto impacto, nacionales e internacionales. Dentro del Colegio de Postgraduados es líder en registro de patentes (nueve). Como investigador, ha sido responsable de 14 proyectos de investigación, financiados por instituciones nacionales e internacionales. Ha participado en más de 150 conferencias dictadas en México y otros países; y ha recibido más de 15

distinciones y reconocimientos, particularmente en su país natal. Ha llevado a cabo más de 50 evaluaciones a diversos programas del CONACyT (actualmente CONAHCyT) y participado como árbitro y editor de manuscritos científicos en diversas revistas nacionales y extranjeras. Fue miembro del Consejo General Académico (CGA-Colpos) en dos ocasiones; asimismo, fue líder de la Línea Prioritaria de Investigación

(LPI) 3 “Energías Alternas y Biomateriales” y formó parte de los “100 distinguidos” en cinco ocasiones. Aunque suena aventurado decirte que el Dr. Rössel tomará de buena manera su retiro voluntario, sabemos, que hará caso omiso y seguirá estructurando ideas y persiguiendo su materialización. En las buenas y no tan buenas situaciones, disfruta el tiempo en la compañía de tu esposa Irma y tus hijos David y Olaf.

Dr. Hipólito Ortíz Laurel



# *Casos de éxito*



# Calidad de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponía

Alemán-Coronel, Alejandra<sup>1</sup>; Morales-Flores, Francisco Javier<sup>2\*</sup>; Salas-Luévano, Miguel Ángel<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Agronomía. Carretera Zacatecas-Guadalajara km. 15.5. CP 98170, Zacatecas, Zacatecas, México.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, C.P. 78600, México.

\*Autor para correspondencia: franciscojmf@colpos.mx

## Problema

México es el mayor consumidor de nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) en forma de nopalito o también conocido como nopal verdura (cladodio inmaduro) y cada habitante consume en un año 6.7 kg. El nopal es considerado un alimento funcional para tratar la diabetes, por su riqueza de fibra dietética y la calidad nutritiva del nopal verdura está relacionada con su composición mineral, donde incluye características como apariencia (frescura, turgencia y color), dimensiones (delgados, chicos o medianos) y forma (de raqueta). El nopal es una cactácea cultivada desde hace aproximadamente 8,000 años en el centro de México. México registra más de 150 especies de las cuales el 99% son comestibles. El género *Opuntia* L. es el más utilizado por su consumo como “nopalitos” o “nopal verdura”, y se cultiva de forma intensiva para obtener un mayor número de cortes al año con lo que permite registrar altos rendimientos por superficie; sin embargo, la producción intensiva conlleva el riesgo de producir inadvertidamente bajos niveles o ausencias de nutrientes. La teoría del elemento faltante (ausencia de Nitrógeno Fósforo o Potasio) y su efecto en la producción de nopalitos para verdura ha sido poco estudiado en el nopal, por lo que y considerando que la especie es una valiosa alternativa de cultivo intensivo para zonas semiáridas se requiere demostrar el crecimiento y calidad del nopal verdura ante la ausencia de algún nutriente bajo hidroponía y agricultura protegida.

## Solución planteada

Para demostrar la influencia de la ausencia de algún elemento nutritivo en la producción bajo hidroponía, se prepararon cladodios de nopal (*O. ficus-indica* L. Mill.) de un año de cultivares definidos (en este caso, “Villanueva”, “Copena V1”, “Jalpa” y “Copena F1”)

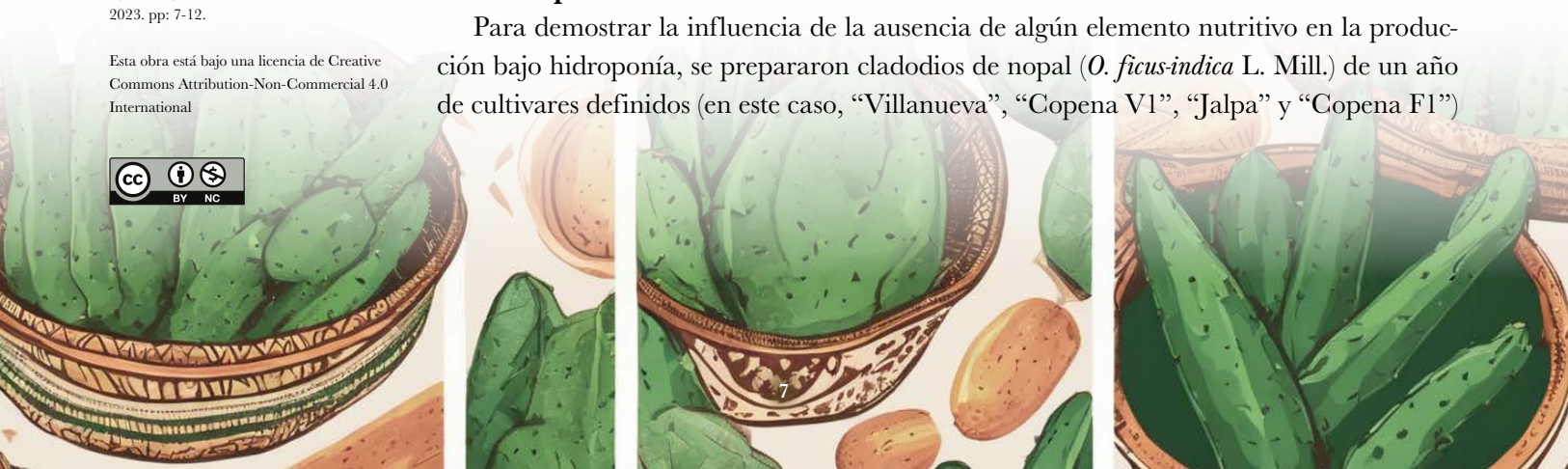
**Cómo citar:** Alemán-Coronel, A., Morales-Flores, F.J. & Salas-Luévano, M. A. (2023). Calidad de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) bajo la influencia del elemento faltante (N-P-K) en hidroponía. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.258>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 7-12.

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



en invernadero en macetas con tezontle como sustrato de 0.2 a 12.7 mm de partícula, desinfectado con hipoclorito de sodio (0.2%) durante 24 h para eliminar microorganismos fitopatógenos. Todos los cladodios sembrados fueron seleccionados de una huerta madre con características morfológicas semejantes, se desinfestaron con caldo bordelés, y después de cicatrización fueron sembrados. El riego fue de 250 mL durante 30 días para favorecer el enraizamiento. El arreglo de las macetas fue equivalente a 12 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Para evaluar la ausencia de un elemento nutritivo faltante se preparan soluciones con base en productos comerciales: Nitrato de potasio, KNO<sub>3</sub>; Nitrato de calcio sólido, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Fosfato monoamónico, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Fosfato monopotásico, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Sulfato de potasio, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Sulfato de calcio, CaSO<sub>4</sub>. (Cuadro 1). Los fertilizantes de baja solubilidad se disolvieron con anticipación para agregarse a la solución; en seguida se agregan los productos de reacción ácida, y finalmente se adicionaron los micronutrientes. Además se aplicó igual cantidad de micronutrientes para las cuatro formas de evaluar la ausencia de elementos nutritivos: Magnesio (40), Sodio (4), Hierro (1.44.), Manganeso (0.90), Cobre (0.12), Zinc (0.10), Boro (3.9), Molibdeno (0.05).

La experimentación fue desarrollada completamente al azar usando tres repeticiones para definir una respuesta medible. Para mostrar el efecto del elemento faltante en el crecimiento de pencas de nopal se evaluaron características evidentes como dimensiones de la penca de nopal (largo, ancho, grosor del cladodio) durante varias semanas (Figuras 1, 2, 3).

La respuesta medida de las características de la penca de nopal con respecto al desarrollo de una penca con nutrición completa con N, P, K fue considerada con un valor igual a 1.0, por lo cual, un valor mayor a uno implica que la penca es mayor en esa dimensión, implicando una influencia positiva en las características de la penca. Un valor menor a uno implica que la penca es menor en esa dimensión, determinando influencia negativa en la penca.

### Grosor de penca de nopal influido por el elemento nutritivo faltante

La variedad “Copena VI” registra el mayor vigor en el crecimiento de los cladodios ante la ausencia de cualquiera de los elementos faltante NPK en cualquiera de las dimensiones evaluadas. Puede interpretarse como plasticidad de adaptación a las condiciones adversas. La variedad “Villanueva” registró un mayor ancho de las pencas con respecto

**Cuadro 1.** Contenido de nutrientes aportados para identificar los efectos del elemento faltante.

| Elemento  | Completa<br>1 (NPK) | Nitrógeno<br>4 (-PK) | Fósforo<br>3 (N-K) | Potasio<br>2 (NP-) |
|-----------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Nitrógeno | 180                 | 0                    | 180                | 180                |
| Fósforo   | 60                  | 40                   | 0                  | 40                 |
| Potasio   | 225                 | 225                  | 221                | 143                |
| Calcio    | 210                 | 209                  | 164                | 166                |
| Azufre    | 142                 | 296                  | 71                 | 53                 |

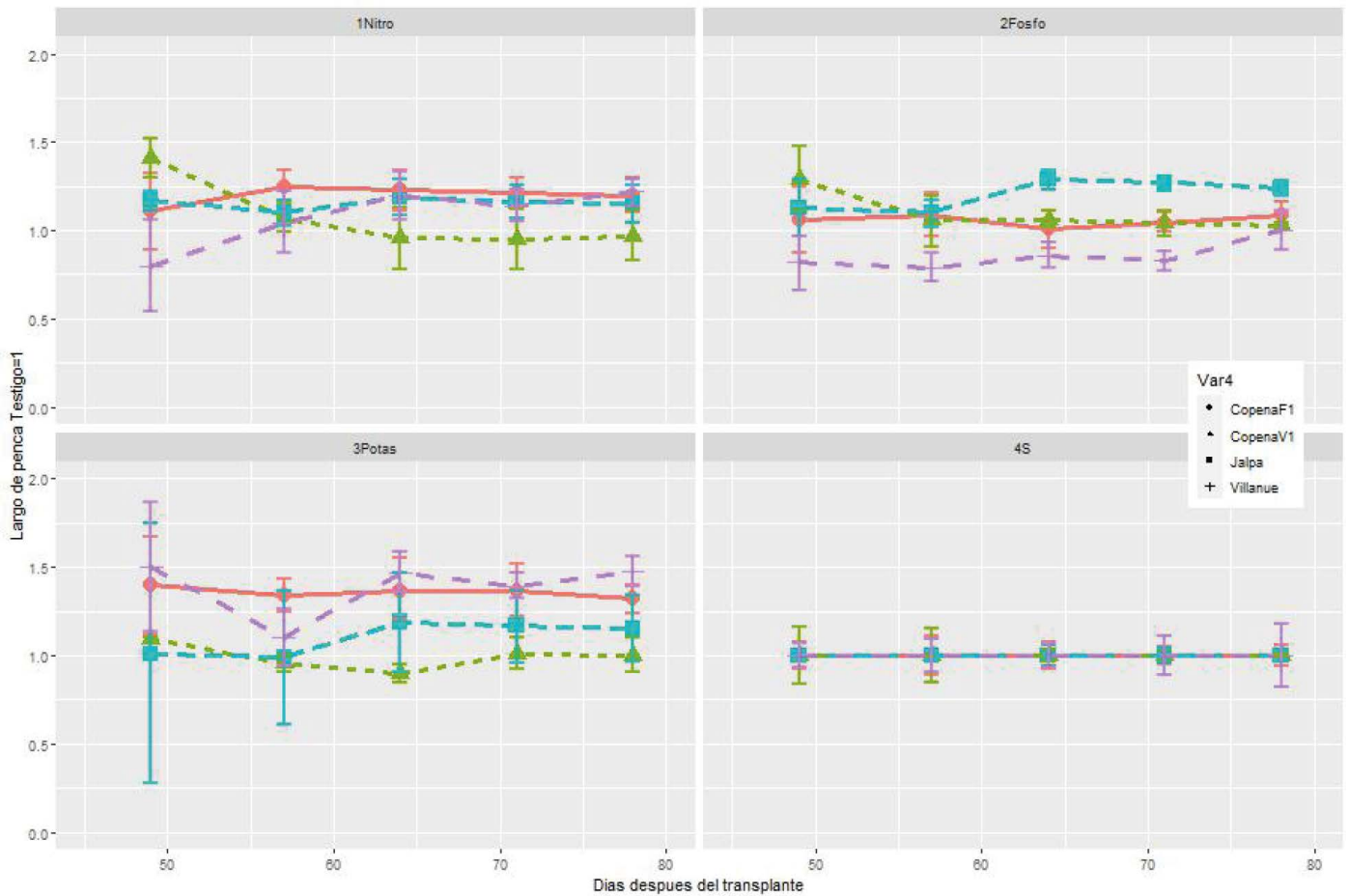


Figura 1. Respuesta del largo de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1) .

Cuadro 2. Características registradas en ausencia de nutriente para longitud del cladodio de nopal.

| Ausencia de nitrógeno   | Ausencia de fósforo   | Ausencia de potasio  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La penca más larga fue <b>Copena F1</b> durante todo el crecimiento (más del 10%).</li> <li>✓ Las variedades <b>Villanueva</b> y <b>Jalpa</b> fueron más largas después del día 64. Fueron pencas cortas antes de esa edad.</li> <li>✓ La variedad <b>Copena VI</b> fue la penca más corta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La variedad <b>Jalpa</b> fue la penca más larga.</li> <li>✓ Las variedades <b>Copena F1</b> y <b>Copena VI</b> no fueron pencas muy largas.</li> <li>✓ La penca de nopal <b>Villanueva</b> fue más corta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La variedad <b>Copena F1</b> fue la penca larga durante todo el período de crecimiento.</li> <li>✓ Las pencas de nopal de <b>Copena VI</b>, <b>Jalpa</b> y <b>Villanueva</b> crecieron con largos no definidos (a veces cortas, a veces largas).</li> </ul> |

a las soluciones evaluadas, salvo para la ausencia de K a los 49 y 64 días. La variedad “Copena VI” presentó las pencas de mayor grosor en interacción con la solución ausencia de elemento faltante N. Es necesario seleccionar variedades con mayor demanda de exportación, aprovechar las bondades de las plantas CAM, con mínimo de requerimientos

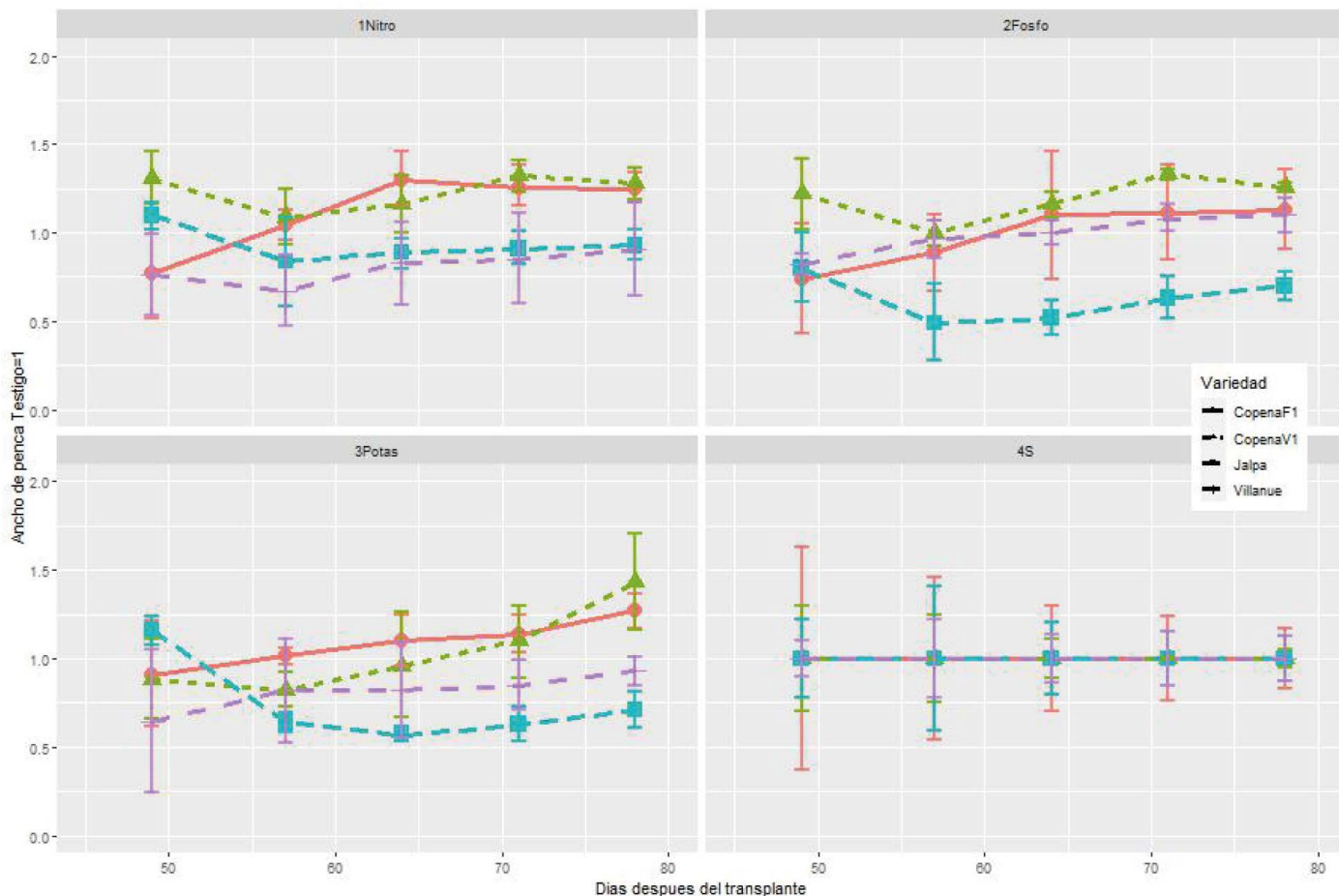


Figura 2. Respuesta del largo de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1) .

Cuadro 3. Características registradas en ausencia de nutriente para el ancho del cladodio de nopal.

| Ausencia de nitrógeno  | Ausencia de fósforo   | Ausencia de potasio  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las pencas de <b>todas las variedades de nopal</b> en los primeros 64 días son menos anchas.</li> <li>✓ A partir del día 64, las <b>pencas más anchas</b> fueron <b>Copena F1</b> y <b>Copena VI</b>.</li> <li>✓ Las variedades <b>Jalpa</b> y <b>Villanueva</b> fueron pencas angostas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las pencas de <b>todas las variedades</b> de nopal fueron angostas los primeros 64 días.</li> <li>✓ A partir del día 64, las pencas de <b>Copena F1</b> y <b>Copena VI</b> fueron más anchas.</li> <li>✓ Las pencas de <b>Villanueva</b> fueron similares al ancho de la penca con nutrición completa.</li> <li>✓ Las pencas de <b>Jalpa</b> fueron más angostas (20%).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Las pencas de Copena F1</b> fueron más anchas.</li> <li>✓ Las pencas de <b>Copena VI</b> y <b>Villanueva</b> fueron de ancho similar.</li> <li>✓ La variedad <b>Jalpa</b> desarrolla pencas angostas (70 %)</li> </ul> |

hídricos y gran adaptabilidad a sistemas hidropónicos. Con la finalidad de hacer investigaciones encaminadas a la búsqueda del conocimiento en relación del cultivo del nopal con los factores de producción. De esta manera se permite que los productores en un futuro cercano puedan contar con mejores elementos para la toma de decisiones, así mismo aprovechar la riqueza del género *Opuntia ficus-indica*.

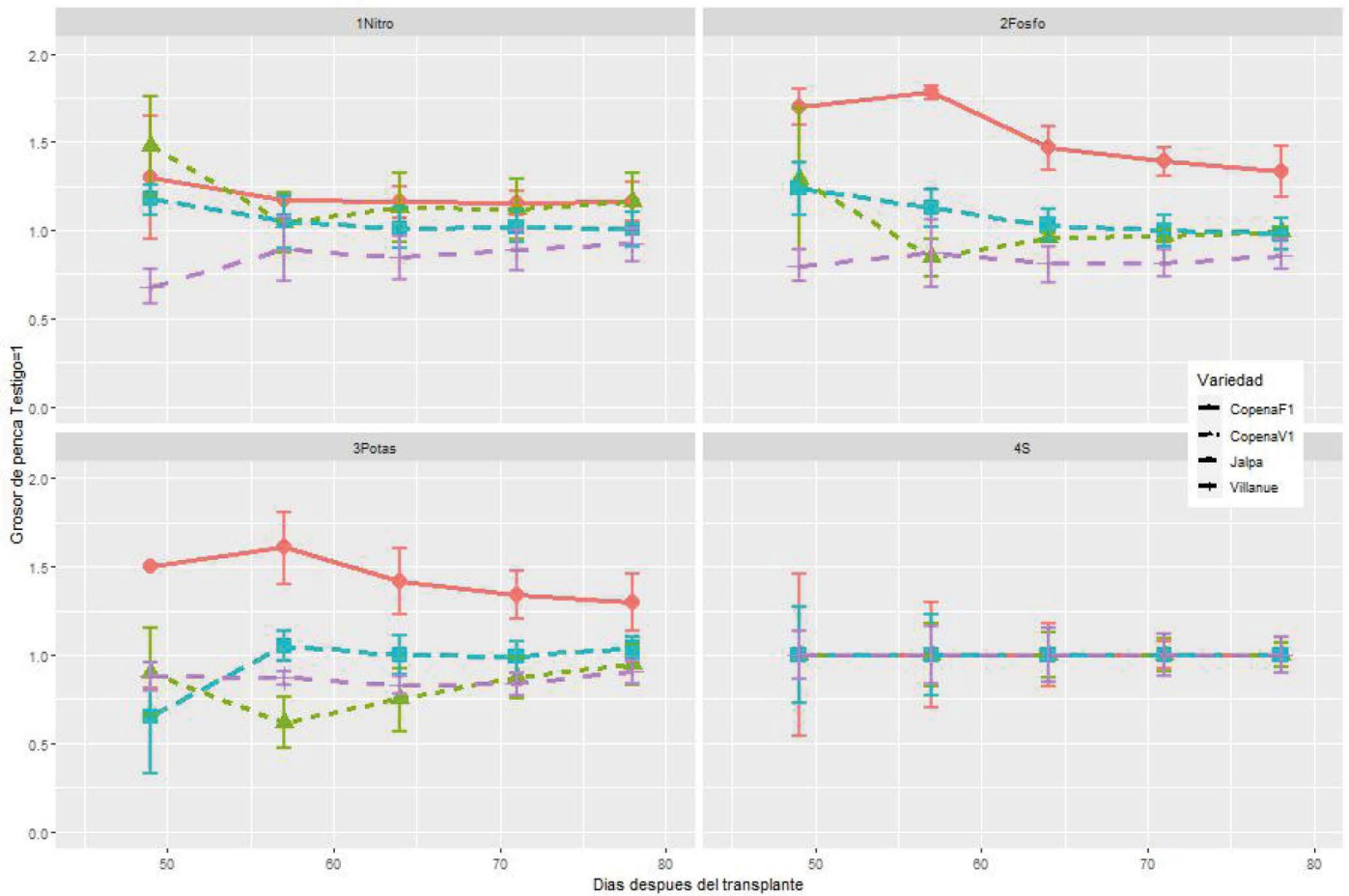


Figura 3. Respuesta del grosor de penca de nopal según elemento faltante (Nutrición completa=1).

Cuadro 4. Características registradas en ausencia de nutriente para el grosor del cladodio de nopal.

| Ausencia de nitrógeno   | Ausencia de fósforo   | Ausencia de potasio  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El cladodio de <b>Copena F1</b> fue el más grueso seguido de <b>Copena V1</b>. (10 % más gruesas).</li> <li>✓ La variedad <b>Jalpa</b> fue igual de gruesa con nutrición completa.</li> <li>✓ La variedad <b>Villanueva</b> fue más delgada (10 %).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las pencas <b>Copena F1</b> tuvieron un grosor mayor.</li> <li>✓ Las variedades <b>Jalpa</b> y <b>Copena V1</b> mostraron un grosor similar</li> <li>✓ La variedad <b>Villanueva</b> fue más delgada (86 %)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las pencas de <b>Copena F1</b> fueron más gruesas.</li> <li>✓ Las variedades <b>Jalpa</b>, <b>Copena V1</b> y <b>Villanueva</b> fueron más delgadas sin una tendencia clara.</li> </ul> |

**INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES**

| Nivel de Innovación | Descripción   | Transferido  | Impacto   |  | Indicador General de Políticas Públicas                  | Indicadores Específicos                | Subindicador   |
|---------------------|---|--|---|--|--|--|--|
|                     |   |  | Sector  | Ámbito                                   |  |  |  |
| Incremental         | Conocimiento de una nutrición vegetal deficiente<br><br>Eficiencia en la aplicación de nutrientes | Pobladores de zonas con recursos limitados en particular | Cuatrenario<br><br>Procesos de Innovación (I+D+I) | Ambiental<br><br>Social<br><br>Económico | Responsabilidad ambiental<br><br>Educación a los adultos | Competitividad<br><br>Recursos Humanos | Técnicas y conocimientos generados para el uso ambiental de nutrientes |



# Maíces nativos mejorados para zonas de bajo y mediano potencial productivo de México

Hernández-Galeno César del Á.<sup>1</sup>; Gómez-Montiel Noel O.<sup>1\*</sup>; Vázquez-Carrillo María G.<sup>2</sup>; Aragón-Cuevas Flavio<sup>4</sup>; Espinosa-Calderón A.<sup>5</sup>; Palemón-Alberto F.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Iguala, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. C. P. 40000.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Texcoco, Texcoco de Mora, Estado de México, México. C. P. 56250.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Villa de Etla, Oaxaca, México. C.P. 68200.

<sup>4</sup> Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados Ciudad de México. México. C.P. 03940.

<sup>5</sup> Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala de la independencia, Guerrero, México. C.P. 40000.

\* Autor para correspondencia: hegaca@hotmail.com

## Problema

En México el 51.3% de la superficie agrícola que se destina a cultivos cíclicos se utiliza para la producción de maíz y en más del 70% de la misma se utilizan semillas de maíces nativos. Las semillas de los maíces nativos han sido mejoradas por los productores que los cultivan mediante la selección de sus semillas. Sin embargo, sin un procedimiento de selección dirigido, estos maíces presentan características desfavorables, entre las que destacan excesiva altura de planta y del punto de inserción de la mazorca principal, así como un bajo rendimiento. Con el objetivo de desarrollar variedades de maíz con mejores características es importante aplicar metodologías formales de mejoramiento genético.

## Solución planteada

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) cuenta con la línea de mejoramiento genético dentro del Programa Nacional de Investigación en Maíz (PNIM), con dos vertientes: hibridación y selección, siendo esta última la mayormente utilizada para los maíces nativos. Al interior del INIFAP se cuenta con el Campo Experimental Iguala ubicado en el estado de Guerrero. En este Campo los investigadores del PNIM han aplicado las metodologías de mejoramiento genético de selección masal convergente-divergente (SMCD) y selección individual, para la obtención de variedades mejoradas de maíces criollos pertenecientes a las razas Pepitilla y Ancho. Estas dos razas de maíz son destacadas en Guerrero y estados aledaños, por su calidad tortillera y pozolera, respectivamente. Sin embargo, en ambas se presentan problemas de excesiva



**Cómo citar:** Hernández-Galeno, C. del Á., Gómez-Montiel, N. O., Vázquez-Carrillo, M. G., Aragón-Cuevas, F., Espinosa-Calderón, A., & Palemón-Alberto, F. (2023). Maíces nativos mejorados para zonas de bajo y mediano potencial productivo de México. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.194>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 13-15.

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



altura de planta y del punto de inserción de la mazorca principal, susceptibilidad al ataque de enfermedades y bajo rendimiento. A partir del año 2001, se realizaron colectas de poblaciones de ambas razas y se evaluaron en tres localidades para seleccionar aquellas más sobresalientes y constituir un compuesto, posteriormente, se realizaron tres recombinaciones del compuesto para alcanzar estabilidad genética y someter al compuesto a nueve ciclos de selección masal convergente-divergente. El producto obtenido de estos ciclos de SMCD se evaluó en diferentes localidades de la región semicálida del estado de Guerrero. La caracterización de las variedades mejoradas de las razas Pepitilla y Ancho se realizó en Iguala, Guerrero, siguiendo los descriptores para maíz de la UPOV. Las dos variedades fueron registradas como V-236 P y V-237 AN, ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-México) obteniendo los números de registros MAZ-1335-240512 y MAZ-1336-240512, respectivamente.

Estas variedades mejoradas, presentan las características distintivas que se indican en el Cuadro 1.

Con relación a la calidad de masa y tortilla estas variables mantuvieron valores similares a las poblaciones originales. La variedad V-236 P presentó rendimientos de masa y tortilla de 1.91 y 1.53 kg por kg de grano procesado, respectivamente. En la variedad V-237 AN se tuvieron valores de 1.3 kg de nixtamal descabezado por kg de grano procesado para calidad de nixtamal y 34.0 cm<sup>3</sup> para el volumen de expansión de los granos.



**Figura 1.** Aspecto de mazorca y grano de las variedades de maíz generadas y registradas ante el SNICS. Variedad V-236 P (A) y Variedad-237 AN (B).

**Cuadro 1.** Características morfoagronómicas de las variedades de maíz V-236 P y V-237 AN.

| Carácter                                   | V-236 P | Población de la raza Pepitilla original | V-237 AN | Población de la raza Ancho original |
|--|---------|---|----------|-------------------------------------|
| Altura de planta (cm)                      | 253     | 310                                     | 262      | 330                                 |
| Altura de mazorca (cm)                     | 101     | 138                                     | 134      | 163                                 |
| Floración masculina (días)                 | 65      | 66                                      | 64       | 67                                  |
| Floración femenina (días)                  | 66      | 69                                      | 65       | 68                                  |
| Rendimiento de grano (t ha <sup>-1</sup> ) | 3.5     | 3.3                                     | 4.5      | 4.1                                 |

### Retribución social





Las variedades V-236 P y V-237 AN se incluyen en la categoría de variedades de polinización libre, por ello, el productor las puede comprar inicialmente y posteriormente, obtener semilla de su mismo cultivo y mantenerla por años, con la ventaja de que, al realizar una buena selección de semilla, mantendrá las características que se mejoraron, es decir menor altura de planta y de la inserción de la mazorca principal, así como, mejor rendimiento, entre otras ventajas. Estos dos maíces mejorados mantienen los aspectos distintivos de sus razas de origen a nivel de mazorca y grano, así como, su calidad para los usos alimenticios a los que se destinan, por ello, se favorece la conservación y aprovechamiento de la diversidad de los maíces nativos de México.

## INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

| Nivel de Innovación | Descripción  | Transferido  | Impacto  |                        | Indicador General de Políticas Públicas | Indicadores Específicos                                     | Subindicador   |
|---------------------|--|--|--|------------------------|---|---|--|
|                     |  |  | Sector   | Ámbito                 |   |   |  |
| Incremental         | Mejóro el sistema de producción de maíz, ya que la variedad mejorada de maíz V-236 P rinde 200 kg más que la población original. Mientras que la variedad de maíz V-237 AN rinde 400 kg más que la población original. | Productores de los municipios de Olinalá, Teloloapan, Cualác, Zitlala, Chilapa, Guerrero, entre otros. | Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería | Económico<br>Ambiental | Ciencia y Tecnología<br><br>Económico   | Competitividad<br><br>Comercio<br><br>Generación de empleos | Registro solicitado y concedido ante el SNICS:<br><br>1) V-236 P<br>2751-MAZ-1401-030512/C<br><br>2) V-237 AN<br>2751-MAZ-1402-030512/C<br><br>Publicaciones científicas con la descripción de las nuevas variedades y dos folletos técnicos.<br><br>Transferencias tecnológicas<br><br>Desarrollo de productos y servicios para la sociedad |



# Producción de biosurfactantes por *Enterobacter soli* una alternativa para la actividad agrícola sostenible

Gayosso-Sánchez, A. Patricia<sup>1</sup>; Pacheco-López N. Aracely<sup>2</sup>; Herrera-Corredor, José A.<sup>1</sup>; Hernández-Martínez, Ricardo<sup>3,1\*</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km.348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94946.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburna, 97302 Chuburná, Yucatán.

<sup>3</sup> CONAHCYT- Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km.348, Amatlán de los Reyes, Veracruz. México. C.P. 94946.

\* Autor para correspondencia: odracirhema@gmail.com

## Problema

Los biosurfactantes (BS) son moléculas anfipáticas que pueden ser producidas por microorganismos y son similares a los surfactantes sintéticos ya que reducen la tensión superficial/interfacial entre compuestos inmiscibles provocando la formación de emulsiones espumantes y dispersantes (propiedades tensoactivas), debido a estas características pueden servir para la formulación de múltiples productos agrícolas. A diferencia de los surfactantes sintéticos que causan daños al suelo, disminuyen su fertilidad, alterando su estructura y la disponibilidad de nutrientes y el consecuente daño al medio ambiente, los BS son una opción adecuada, ya que son biodegradables, biocompatibles y no son tóxicos.

Actualmente la producción de BS es un reto, debido al alto costo de la materia prima, por lo que no es económicamente viable. Sin embargo, una oportunidad para disminuir los costos de producción es el uso de materias primas alternativas tales como los coproductos/residuos agroindustriales con alto contenido de azúcares y lípidos (melaza, bagazo, suero de leche, entre otros) que pueden ser valorizados con dos objetivos, 1) para disminuir los costos de producción al menos en un 30% y 2) enfocar el proceso a una economía circular al aprovechar los coproductos dando valor agregado, asimismo, se evita la generación de residuos con lo que se reduce el impacto ambiental.

## Solución planteada

Los biosurfactantes, son biomoléculas que pueden ser producidas por levaduras, hongos y bacterias. Se ha reportado que microorganismos de los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Candida* y *Enterobacter* tienen la capacidad para producir este tipo de biomoléculas. Para ello se realizó un análisis exploratorio



**Cómo citar:** Gayosso-Sánchez, A. P., Pacheco-López N. A., Herrera-Corredor, J. A., & Hernández-Martínez, R. (2023). Producción de biosurfactantes por *Enterobacter soli* una alternativa para la actividad agrícola sostenible. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.195>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 17-19.

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



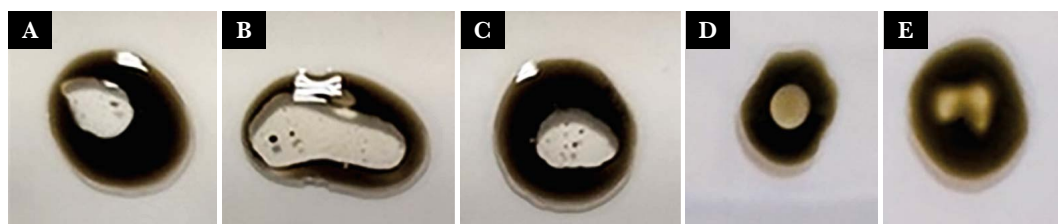
para determinar la capacidad de producir biosurfactantes por *Enterobacter soli*, que fue aislada de la agroindustria azucarera.

La capacidad de producción de biosurfactantes se realizó en cultivo en medio líquido evaluando tres fuentes de carbono fructosa, glucosa y sacarosa comercial y *E. soli* como inóculo, el cultivo fue mantenido a 32 °C en agitación por 96 h. Concluido el proceso, los sólidos insolubles fueron separados por centrifugación y las pruebas de la capacidad biosurfactantes se realizaron a partir del sobrenadante recuperado.

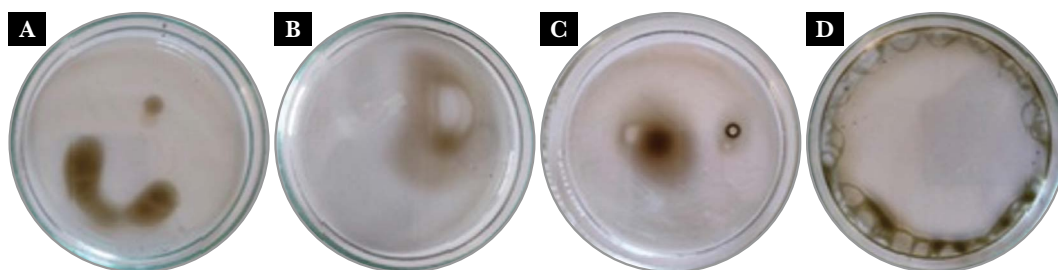
Para determinar la capacidad biosurfactantes se realizó la prueba de colapso de gota, dispersión de aceite e índice de emulsificación también conocido como E24 (Figura 1). El ensayo de colapso de gota mostró resultados positivos para los extractos producidos con las tres fuentes de carbono, al observar la deformación de la gota añadida de cada extracto sobre la superficie de aceite, se nota la perturbación de la gota debido a la reducción de la tensión interfacial entre la gota líquida y la superficie hidrófoba, en contraste con el control negativo (agua) que no se mezcla con el aceite y la gota no se deforma. Como control positivo se utilizó el Dodecilsulfato sódico (SDS) que es un compuesto tensioactivo aniónico.

Por otra parte, el ensayo de dispersión de aceite fue positivo para los extractos producidos con sacarosa y fructosa, mientras que el producido con glucosa fue negativo (dato no mostrado), esta prueba es muy relevante ya que el área del desplazamiento es directamente proporcional a la concentración de biosurfactantes, pudiéndose inferir una mayor producción de biosurfactantes cuando se utilizó fructosa como fuente carbono.

Por último, los resultados del ensayo E24 fue positivo para la presencia de biosurfactantes en los tres casos, mostrando un índice de emulsión de 44.82, 53.33 y 48.58% con aceite mineral utilizando sacarosa, glucosa y fructosa en el medio de cultivo, respectivamente



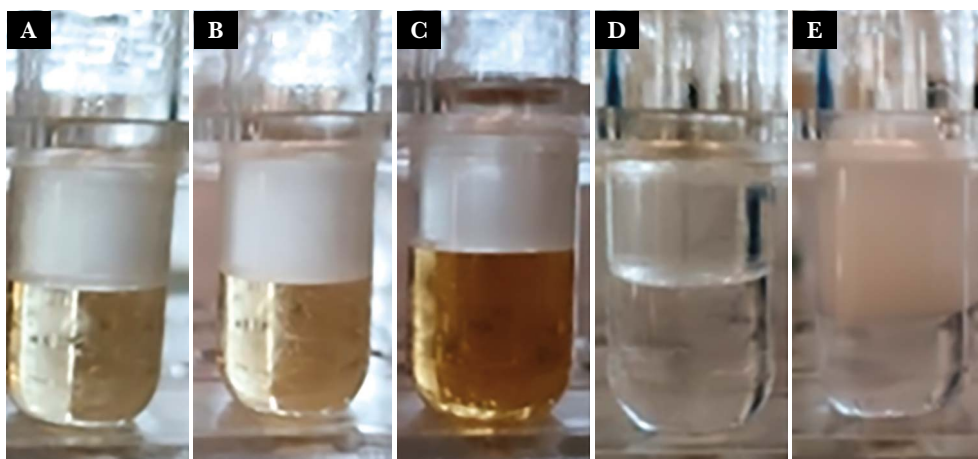
**Figura 1.** Ensayo de gota colapsada a partir de extractos producidos con diferentes fuentes de carbono. A) Sacarosa, B) Fructosa, C) Glucosa, D) Control negativo y E) Control positivo (SDS 5%).



**Figura 2.** Ensayo de desplazamiento de aceite con los extractos producidos con diferentes fuentes de carbono. A) Sacarosa, B) Fructosa, C) Control negativo y D) Control positivo.

(Figura 3). La capa de emulsión de elevada (color blanco) indica una mayor actividad de emulsificación.

En la presente investigación se mostró el potencial que tiene *Enterobacter soli* para producir biosurfactantes utilizando azúcares como fuente de carbono. Esto permite abrir las expectativas para producir biosurfactantes a partir de materias primas como: melaza y bagazo de caña de azúcar ya que contienen azúcares que pueden ser aprovechados para tal objetivo. Los resultados obtenidos son prometedores por lo que se tiene la expectativa de mejorar el proceso de producción de biosurfactantes con el objetivo de aumentar los rendimientos, así como, la disminución de los costos de producción.



**Figura 3.** Índice de emulsificación con los extractos producidos con diferentes fuentes de carbono. A) Sacarosa, B) Fructosa, C) Control negativo y D) Control positivo.

### INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

| Nivel de Innovación   | Descripción   | Transferido                            | Impacto social  |  | Indicador general de políticas públicas                                     | Indicadores Específicos | Subindicador  |
|-----------------------|---|--|---|--|---|-------------------------|---|
|                       |   |  | Sector  | Impacto  |   |                         |   |
| Innovación sostenible | Desarrollo de biosurfactantes a partir de microorganismos | En proceso de Investigación-Desarrollo | Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) | Social<br>Económico<br>Ambiental<br>Conocimiento | Ciencia y Tecnología<br>Económico<br>Educación<br>Responsabilidad Ambiental | Competitividad          | Numero de tesis<br>Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)<br>Número de publicaciones |



# Beneficios del kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en huertas de lima Persa

Juan José Roque García<sup>1\*</sup> ; Itzel Ochoa Viveros<sup>1</sup> ; Raul Berdeja Arbeu<sup>1</sup> ; Marcos Pérez Sato<sup>1</sup> ; Enríquez García Fabián<sup>1</sup> ; Ramiro Escobar Hernández<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, San Juan Acateño, Teziutlán, Puebla, México. C.P. 73965.

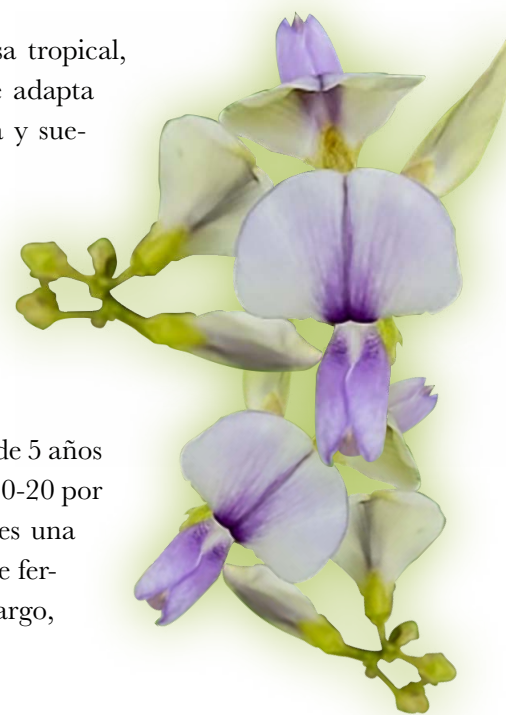
\* Autor de correspondencia: [juan.roqueg@alumno.buap.mx](mailto:juan.roqueg@alumno.buap.mx).

## Problema

La utilización de leguminosas perennes como abono verde en la fruticultura proporcionan nutrientes al suelo como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, entre otros elementos, al mismo tiempo se disminuye la aplicación de fertilizantes químicos. Actualmente la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el municipio de Martínez de la Torre Veracruz, tiene establecida una huerta de 2 ha de lima Persa y mandarina Dancy en asociación con kudzu. En la citricultura se requiere de manejo integrado del cultivo con el objetivo de disminuir la aplicación de productos químicos que ocasionan daños al ambiente, como la contaminación del suelo y los mantos freáticos, así como a la salud humana. Los fertilizantes químicos que se aplican al suelo tienen un precio elevado (\$15,000 pesos ó US\$853.0/ ton de la fórmula física N20-P10-K20) lo que ocasiona que los productores apliquen poco o ningún fertilizante a los árboles de cítricos. Una alternativa es la utilización de leguminosas perennes como abono verde.

## Solución

El Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) es una leguminosa tropical, perenne, rastrera y voluble, de crecimiento veloz, se adapta a altitudes de 0 a 1,500 m, tolera la sombra, sequía y suelos con mal drenaje, pH ácidos y pastoreo. Una vez establecida en el terreno forma una cobertura de hasta 80 cm, debido a sus características facilita la biodisponibilidad de nutrientes mejorando las características del suelo, por lo que como abono verde puede aportar hasta 200 kg de nitrógeno por ha al año. En la región de Martínez de la Torre Veracruz, en huertas productoras de cítricos mayores de 5 años se aplica de 1 a 3 Kg de fertilizante de la fórmula 20-10-20 por árbol al año. La propagación de kudzu por semilla es una alternativa para reducir la aplicación parcial o total de fertilizantes químicos en el cultivo de cítricos. Sin embargo,



**Cómo citar:** Roque-García, J. J., Ochoa-Viveros, I., Berdeja-Arbeu, R., Pérez-Sato, M., Enríquez-García, F., & Escobar-Hernández, R. (2023). Beneficios del kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en huertas de lima Persa. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.217>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 21-25.

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



debido a su alta velocidad de crecimiento es necesario que los productores controlen el crecimiento vegetativo de manera manual con chapeo con el objetivo de que no se disperse a otras huertas.

### **Actividades de colecta, siembra, manejo de vivero y establecimiento en huerta**

**Colecta de fruto.** Se recolectaron las vainas café oscuro.

**Obtención de semilla.** Las vainas se abrieron y se obtuvo la semilla, esta se almaceno en bolsa de plástico transparente para posteriormente realizar la siembra (se recomienda sembrar la semilla el mismo día).

**Establecimiento de vivero.** El vivero se ubicó de bajo de la copa de árboles de chalahuite (*Inga spp.*) a orillas de un arroyo.

**Colecta de tierra.** Se colectó tierra de monte de la región, con una pala se tomaron los primeros 5 cm de suelo.

**Llenado de bolsas.** Se realizaron cuatro perforaciones con un clavo en la base de bolsas de polietileno negras de 20×20 cm. Las bolsas se llenaron con tierra dejando un espacio de 3 cm antes del llenado total de la bolsa.

**Siembra de semilla.** Se realizó en el suelo un hoyo de 1 cm y se colocaron 10 semillas y se cubrieron con tierra (de cada 10 semillas germinan de 4 a 5), la siembra se realizó en el mes de febrero.

**Riego.** Una vez sembradas, a cada bolsa se le agregaron 500 mL de agua, dependiendo de la humedad del suelo cada 8 días se aplicó la misma cantidad.

**Emergencia de kudzu y manejo agronómico.** La emergencia se presentó a los 30 días después de la siembra. Cada 30 días se aplicaron al follaje insecticida (Bifentrina 1 mL L<sup>-1</sup>), fungicida (oxicloruro de cobre 2 g L<sup>-1</sup>) y fertilización foliar a base de macro y microelementos (10 mL L<sup>-1</sup>). En el vivero la planta permaneció tres meses y en el mes de mayo se sembraron en una huerta de lima Persa de 5 años, con distancia de plantación de 6×5 m. Las plantas de kudzu se establecieron en medio de las filas de limón a una distancia del tallo de 2.5 m y dentro de hilera a 1 m entre planta y planta (se utilizaron 60 plantas de kudzu).

**Desarrollo de kudzu en campo.** Dependiendo de la temperatura, precipitación y textura de suelo, las plantas pueden cubrir un metro cuadrado de suelo después de tres a cuatro meses. Posteriormente las plantas se propagan de manera natural por enraizamiento de tallo rastrero, logrando cubrir una ha en un lapso de 1 a 2 años.

En la Figura 1 y 2 se muestra las etapas de colecta, establecimiento de vivero, siembra y establecimiento de kudzu en huerta de lima Persa.

### **Retribución social**

Personal de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias ha impartido cursos sobre los beneficios del kudzu como abono verde en las huertas de cítricos, a alumnos de licenciatura y productores de la región San Antonio Metzotlan, Ayototlan, Puebla sobre la importancia, métodos de propagación y manejo de vivero del Kudzu y los beneficios que conlleva esta especie en asociación con el cultivo de lima Persa.



**Figura 1.** A) Flor de kudzu, B) Vaina de kudzu, C) Bolsas listas para siembra, D) Extracción de semillas de kudzu, E) Siembra de semilla y F) Plántula de kudzu.








**Figura 2.** A) Establecimiento de plantas de kudzu, B) Plantas de kudzu de dos meses después de siembra, C) Planta de kudzu de cuatro meses después del establecimiento.

**INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES**

| <b>Innovación</b>      | <b>Transferido</b>  | <b>Impacto</b>  | <b>Indicador general</b>       | <b>Indicador específico</b>  |
|------------------------|---|---|--------------------------------|--|
| Desarrollo tecnológico | Alumnos de universidades y a grupo de 15 productores de la región de San Antonio Metzotlan, Ayototlan, Puebla.<br><br>Con extensiones de terreno promedio de 1.5 ha | Disminución del impacto ambiental en el uso de fertilizantes químicos | Ciencia, Tecnología y Economía | Metodología para cosecha, propagación y establecimiento de Kudzu en lima Persa |



# Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio

Antonio-Medina, Anadelia<sup>1</sup>; Mendoza-Pedroza, Sergio I.<sup>1\*</sup>; Cordero Salas Rodney O.<sup>2</sup>; Ríos-Hilario, Josué J.<sup>1</sup>; Castillo-Cabrera, Cristian<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Universidad Técnica Nacional, Ingeniería en Ciencias Forestales y Vida Silvestre Atenas, Alajuela, Costa Rica. C.P. 74013

\* Autor de correspondencia: sergiomp@colpos.mx

## Problema

La utilización de combustibles fósiles, la tala de bosques, el mal uso de fertilizantes, entre otras actividades, han contribuido a incrementar el efecto invernadero y el calentamiento global; por lo tanto, se han buscado alternativas más benévolas con el ambiente, es por ello que se ha promovido a utilizar la biomasa como una apertura de energía renovable, también conocida como “carbón neutral”. Por otra parte existen manejos agrosilvopastoriles donde se incluyen estrategias con transformaciones agroecológicas, que ayudan a mitigar el cambio climático, a su vez causan bienestar animal bajo pastoreo, en conjunto con la armonía de herbáceas forrajeras, arbustos y árboles, que sirven de un aprovechamiento con la generación de un ingreso económico adicional, por la venta de madera o su transformación. En el Colegio de Posgraduados cuenta con un área dedicada a este tipo de sistema donde se crea un modelo de producción sostenible de diversas actividades: silvicultura, cría de ganado, producción de hortalizas y plantas medicinales. Sin embargo, puesto que los árboles que de manera natural mueren o tiran sus ramas, representan un problema para los animales, la fauna y las personas que realizan la conducción de las actividades. Por consiguiente, se buscó una estrategia para la obtención de un subproducto procedente del sistema de producción y que pueda representar ingresos al productor.

## Solución

Debido a que el sistema Agrosilvopastoril genera residuos de materia vegetal procedente de los árboles viejos o ramas, por lo se plantea la estrategia de producir carbón artesanal y proporcionar un ingreso extra al productor. Además, como parte de la estrategia

**Cómo citar:** Antonio-Medina, A., Mendoza-Pedroza, S. I., Cordero Salas, R. O., Ríos-Hilario, J. J., & Castillo-Cabrera, C. (2023). Producción artesanal de carbón: Una innovación y estrategia para utilizar los residuos de sistemas agrosilvopastoriles de traspatio. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.253>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 25-31.

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



se tiene contemplado seguir sembrando árboles como el eucalipto (*Eucalyptus* spp.), sauce blanco (*Salix alba* L.), palmas datileras (*Phoenix dactylifera* L.) y frutales como el limón (*Citrus aurantifolia* L.), níspero (*Eriobotrya japónica* L.), granada roja (*Punica granatum* L.) que tienen como objetivo mejorar las características fisicoquímicas del suelo, el bienestar de los animales, servir como cerco vivo y generar ingresos adicionales. El árbol de interés económico para el carbón es el *Eucalyptus* spp. La producción de carbón artesanal, se estará comercializando a través del área de comercio de Colegio de Posgraduados a través del número 58-04-59-00 con extensión 60330.

Para llevar a cabo la producción de carbón artesanal se necesita lo siguiente:

1. **Construir una carbonera artesanal (fosa en el suelo).** Se recomienda que se realice lo más cercano a la generación de residuos forestales con el objetivo de reducir costos de acarreo y traslado. Es importante que no existan fuentes cercanas de agua que puedan ocasionar la inundación de la carbonera y se debe extremar precaución que la carbonera no presente demasiadas rocas o que esté cercana a fuentes inflamables como los son madera, bodegas, construcciones, etc. con la finalidad de evitar accidentes (Figura 1).
2. **Dimensión de la carbonera artesanal (fosa).** Preferentemente se debe ajustar al promedio del largo de la madera, por lo general máximo de un metro largo (1 m de ancho) con (1 m de profundidad  $\times$  3 m de largo). La tierra extraída se coloca cerca, ya que posteriormente será utilizará para recubrir la leña. La carbonera se estableció en el área de Traspatio del Colegio de Postgraduados presenta las siguientes dimensiones: 2.5 m de largo, 1.5 de ancho y 1 m de profundidad (Figura 2).



**Figura 1.** Área ideal para la ubicación de la fosa para la realización de la carbonera. A) árbol de *Eucalyptus* spp; B) residuos que se generan del procedimiento Agrosilvopastoril de Traspatio del Colegio de Posgraduados.



**Figura 2.** Dimensiones de la fosa realizada en el área de Traspatio del Colegio de Postgraduados. A) Dimensionando el área; B) medidas que se lleva una carbonera 1.5 m de ancho, 1 m de profundidad y 3 m de largo; C) acabado de cada pared para que no se genere obstrucciones; D) área de respiradero; E) colocando la tierra a modo que no quede leños F) realización del área de respiradero (30 cm de ancho) en ángulo de 45°.

- Entrada, salida y respiradero de la carbonera.** Una vez construida la fosa, se le deben realizar una entrada y salida (30 cm de ancho) con un ángulo de 45°, ambos extremos para el encendido inicial y aireación, durante el proceso de carbonización. En el fondo, se conecta el canal de aireación con el área de encendido y respiradero, una medida de 30 cm de ancho por 15 cm de profundidad de lado a lado, conectando el área.

4. **Colocar a lo largo del canal de aireación (a ras de suelo)** ramas (trozos de leña) de 5 cm de diámetro máximo para evitar que la leña quede en contacto con el suelo. Lo anterior se lleva a cabo para facilitar la oxigenación y se garantiza una carbonización homogénea
5. **Llenado y acomodo de la leña en la carbonera artesanal.** Se recomienda que el acomodo sea de forma transversal sobre las ramas, iniciando con una primera capa de madera seca y delgada al inicio para facilitar el encendido. Colocar lo más ajustado posible, con material de diferentes diámetros para rellenar todos los espacios vacíos, facilitando el paso del calor y crear una carbonización uniforme. Se llena, la fosa de unos 10 a 15 cm, hasta superar el borde.
6. **Una vez llena la fosa con la leña,** se procede a cubrir con forraje verde, ramas sin troncos, también se puede colocar al final algunas láminas metálicas de desecho sobre el forraje. El objetivo de esta actividad es que la tierra compacte el material, limite el ingreso de oxígeno, y se crea una carbonización eficiente (Figura 3).



**Figura 3.** Preparación del llenado de la carbonera. A) Se coloca madera de máximo 5 cm de diámetro para evitar que la leña entre en contacto en el suelo; B) colocación de la leña de forma transversal sobre las varillas; C) borde del acabado de 10 a 15 cm; D) se cubre con forraje verde, ramas sin troncos.

7. **Área de encendido** se introduce la leña de madera seca y delgada, encima se agrega un poco de diésel para favorecer el encendido. Se enciende y se deja por un espacio de unos 15 minutos para la generación de brasas, esto favorece a la transmisión de calor al resto de leña.
8. **Respiradero.** Al otro extremo de la carbonera se coloca madera (trozo), que obstruya el ingreso del aire, la cual se retirará, cuando se tapa el área de encendido y se genera una succión hacia el respiradero.
9. **Encendido:** Aproximadamente unos 15 minutos del encendido de la leña, se verifica que exista suficientes brasas que garantice la continuidad del calor hacia el resto de la madera. Procediendo a colocar un tronco en el área de encendido, sobre las ramas verdes, para después colocar tierra. Al realizar esta acción, se cierra el ingreso de oxígeno, por un extremo y obliga a que respire del otro, esto hace que avance el calor y la carbonización. Para normalizar por una hora, se retira el tronco de nuevo donde se obstruye la salida del respiradero para que salga humo. Caso contrario se recomienda realizar perforaciones cercanas del área original del encendido. Con la salida del humo espeso se vuelven a tapar para que se normalice el proceso (Figura 4).



**Figura 4.** Preparación del encendido de la carbonera. A) se coloca un tronco de madera para que no ingreso el aire, retirándolo una vez que se enciende para generar una succión (respiradero); B) se enciende y se verifica que exista suficientes brasas; C) avance del encendido se comienza a carbonizar y se comprueba el hundimiento; D) se verifica posibles aperturas e ingreso de oxígeno.

10. **El avance de la carbonización** se determina según el hundimiento o con la pérdida del volumen, por lo general es posible que el avance sea de 1 m lineal por día, por lo que una carbonera de 3 metros lineales es posible que tarde tres días (dependiendo de la cantidad de madera y nivel de humedad).
11. **Posibles aperturas e ingreso de oxígeno.** Durante el avance de la carbonización se debe de verificar posibles aperturas, con la pérdida del volumen de la madera, esto genera un incremento en la entrada de oxígeno, por lo tanto provocaría un quemado completo y la pérdida total de la leña.
12. **Durante la pérdida de humedad y avance de la carbonización,** el humo será de color blanco espeso, cuando se acerca el final, cambia a transparente y se siente más temperatura, este es el momento de apagar la carbonera.
13. **Para el apagado de la carbonera** se realiza de la misma manera, que cuando se tapó el área de encendido, se coloca un tronco que obstruya el paso del aire, sobre este follaje verde y posteriormente tierra, se compacta y se revisa que no salga humo por ningún lado (Figura 5).
14. **Enfriamiento de la carbonera.** Se deja apagada por espacio de tres días para que el carbón se enfríe y posteriormente se retira con cuidado la tierra, para evitar contaminación del producto por el ingreso de la tierra.
15. **Extracción de carbón:** Se retira las piezas más grandes, se quiebran embolsándolas, las partes más finas se pasan por un cernedor para su recuperación. El polvo del carbón se recoge para ser vendido y utilizado para la producción de fertilizantes orgánicos.



**Figura 5.** Metodología del apagado de la carbonera y posterior extracción del producto. A) Verificación del color del humo para el apagado de la carbonera; B) Para el apagado de la carbonera se tapa el área de encendido, con un tronco; C) se estima un rendimiento dependiente de otros factores y la madera de 70 y 80 kg/m<sup>3</sup>.

- 16. **El rendimiento esperado** depende de la madera del proceso de carbonización y la gestión en general, oscila entre 70 y 80 kg/m<sup>3</sup>
- 17. **Reutilización de la leña:** La leña, que no se carbonizo, eficientemente, se utiliza para el encendido de la próxima carbonera.
- 18. **La tierra de la carbonera** se puede utilizar varias veces, hasta que llega un momento que hay que cambiarla, ya que se vuelve muy porosa por los residuos de carbón, por ende se reducen los rendimientos.

### Retribución social

El prototipo para la producción artesanal del carbón, insertado en el modelo Agrosilvopastoril es una estrategia más para mejorar y dar uso a los residuos que se crean en este estilo de dirección, por demás de generar un ingreso para el sistema. Donde se promueve la actividad, el empleo y otra estrategia de capacitación a productores así como personas interesadas. Para cursos de capacitación sobre la elaboración y diseño de la carbonera se pueden obtener directamente con el responsable de área Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza o por correo electrónico [sergiomp@colpos.mx](mailto:sergiomp@colpos.mx) del Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

### Agradecimientos

Se agradece al Campus Montecillo por las facilidades brindadas y a la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento: “Ganadería eficiente, bienestar sustentable y cambio climático” (PREGEP-Ganadería, Campus Montecillo), del Colegio de Postgraduados.

## INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

| Nivel de innovación      | Descripción   | Transferido  | Impacto  |  | Indicador general de políticas públicas  | Indicadores específicos  | Subindicador   |
|--------------------------|---|--|--|--|--|--|--|
|                          |   |  | Sector   | Ámbito   |  |  |  |
| Innovación sostenible    | Diversificación productiva por la elaboración de una carbonera insertada en un Sistema Agrosilvopastoril para comercializar productos como carbón, generado por los residuos del manejo | Usuarios Potenciales:<br><br>Pequeños Productores<br><br>Comunidades Agrarias<br><br>Poblaciones en particular | Primario: Agricultura, Ganadería, Explotación forestal<br><br>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) | Social<br><br>Económico<br><br>Ambiental Conocimiento<br><br>Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores | Ciencia y Tecnología<br><br>Económico<br><br>Educación<br><br>Responsabilidad Ambiental<br><br>Salud Pública<br><br>Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores | Competitividad<br><br>Recursos Humanos<br><br>Capacitación<br><br>Finanzas Públicas<br><br>Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores | En proceso 2 tesis de doctorado y 2 de maestría<br><br>Participación en curso internacional de sistemas Agrosilvopastoriles<br><br>Transferencias tecnológicas con siete cursos de capacitación para técnicos, productores y público en general<br><br>Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico |
| A través de experiencias | A través de proyectos productivos promover la diversificación productiva experiencia  |  |  |  |  |  |  |



# Método para contribuir a la conservación de los grupos funcionales de aves en áreas con aprovechamiento forestal

Rosa Isela Delgado-Espinoza<sup>1\*</sup>; Jorge Palacio-Núñez<sup>1</sup>; Ernesto Peredo-Rivera<sup>1</sup>; Jorge Cadena-Iñiguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide 73, Col. Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, CP. 78600.

\* Autor para correspondencia: izcela97@gmail.com

## Problema

La importancia de las aves en el entorno natural es incuestionable, ya que desempeñan un papel crucial en la regulación del ecosistema, sin embargo, numerosas especies están en alguna categoría de riesgo. Por esto, las medidas de protección destinadas a la avifauna son de suma importancia, especialmente si consideramos que una de las principales causas de la disminución de sus poblaciones es el aprovechamiento forestal. La tala de árboles a gran escala puede degradar el hábitat forestal que, para muchas especies de aves, representa anidación, crianza, refugio y alimento. El aprovechamiento forestal es una actividad económica que debiera implicar la gestión sostenible de los recursos forestales, de tal manera, que el impacto sea el menor en las poblaciones de aves. El aprovechamiento forestal es la fuente principal de sustento para numerosas comunidades rurales que habitan en las zonas de serranías siendo los bosques de pino-encino los hábitats más amenazados por la creciente demanda de madera. La extracción de productos forestales lleva a la fragmentación de los hábitats, modificando las condiciones ambientales en el bosque, por lo que al ocurrir cambios en la composición del bosque y en la cobertura del dosel, la amenaza de supervivencia de las aves endémicas es mayor. La extracción de madera involucra árboles en los que pueden encontrarse nidos de aves, lo cual las obliga a desplazarse, junto con otros diversos grupos biológicos, ocasionando impactos, tales como disminución de la biodiversidad.

## Solución planteada

En México, hay propuestas y estudios para disminuir el impacto del aprovechamiento forestal que impacta y desplaza aves. Al revisar y conjuntar esta información, fue posible proponer una serie de acciones aplicables a zonas boscosas mexicanas:

- Conservación de grupos o franjas de vegetación arbórea en áreas designadas para la explotación forestal con el fin de conservar áreas viables para los diferentes

**Cómo citar:** Delgado-Espinoza, R. I., Palacio-Núñez, J., Peredo-Rivera, E., & Cadena-Iñiguez, J. (2023). Método para contribuir a la conservación de los grupos funcionales de aves en áreas con aprovechamiento forestal. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.259>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 33-42.

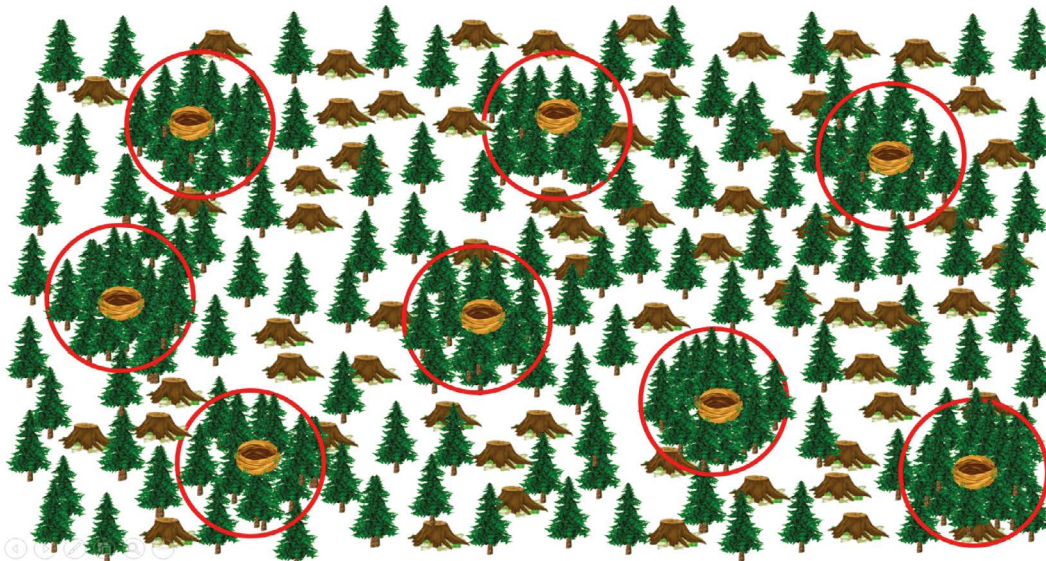
Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



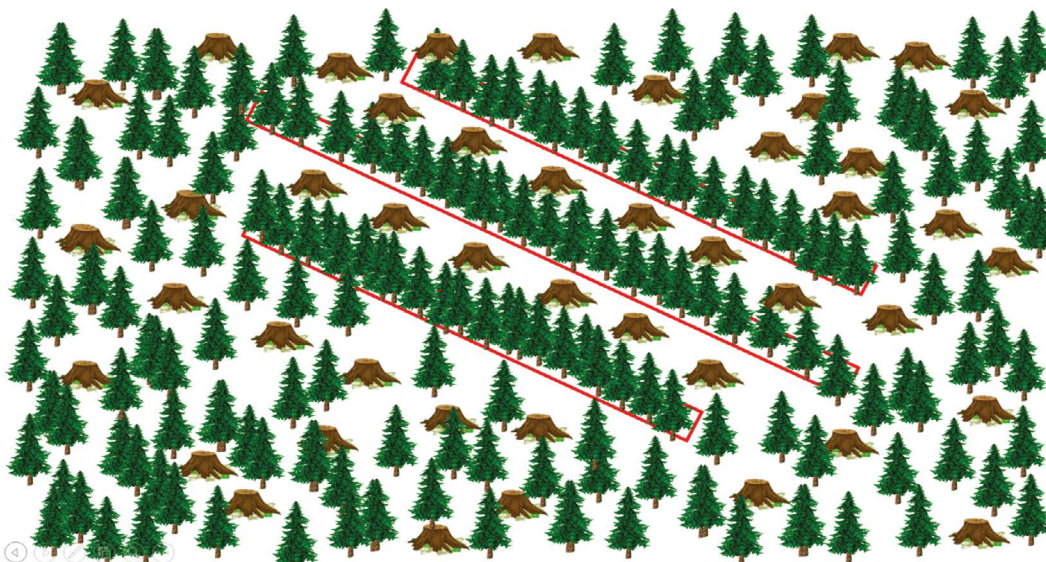
Reinita roja  
(*Cardellina rubra*)

requerimientos de, al menos algunas especies de aves de bosque, y así disminuir el impacto negativo en el hábitat, sobre todo para aquellas que dependen de un ámbito hogareño amplio, con condiciones especiales en cuanto a la calidad y cantidad de árboles en el área (Figura 1).

- Creación de senderos destinados a la observación de aves en su entorno natural, sin perturbarlas. Es una excelente forma de disfrutar de las aves mientras se respeta su hábitat y comportamiento natural. Esto queda incluido dentro de la modalidad del ecoturismo (senderismo y paisajismo), el cual tiene la finalidad agregada de aportar ingresos económicos a los habitantes rurales locales, lo que es un incentivo adicional para su participación en la conservación (Figura 2).



**Figura 1.** Grupos de árboles en zonas destinadas a la extracción de madera.



**Figura 2.** Franjas de árboles en zonas destinadas a la extracción de madera.

- Creación de corredores dentro del bosque para observar la llegada de aves migratorias es también una iniciativa que puede contribuir significativamente a la conservación de especies y a la promoción del ecoturismo. En diferentes bosques de México, la consideración de aves migratorias no sólo incluye a aves procedentes de países vecinos en época invernal; también incluye aves vistosas, tales como las guacamayas verdes y otros tipos de loros que arriban en verano a reproducirse.
- Realización de inventarios de aves del área, y clasificación de grupos funcionales.

Con estas acciones, se promueve la conservación de la biodiversidad, y creación de actividades que fomentan la interacción humana con la naturaleza, promoviendo estabilidad en las poblaciones de la avifauna.

### **Inventario de aves**

Esto es fundamental para mejorar el conocimiento en el sentido de cuantas especies habitan en el área (tanto residentes como migratorias), tener idea de cuantos ejemplares hay, cuáles son sus requerimientos específicos, entre otros. De esta manera, es factible poder dar seguimiento tanto a los efectos causados por la extracción maderera, como evaluar los resultados de las acciones de conservación. En este sentido, la información compartida por los observadores de aves suele ser muy valiosa y, además, a estos visitantes suele agradarles el hecho de ser considerados en el manejo de un ecosistema, lo que retroalimenta la colaboración.

Un inventario de aves consiste en identificar las especies que habitan en un área particular, pero trabajos más robustos se abocan también a cuantificarlas, y obtener datos que las relacionen con las condiciones de su hábitat. Usualmente, ya hay registros de las aves que habitan las diferentes regiones del país, pero su cuantificación debe ser actualizada en cada región.

Una estrategia para evaluar la salud de diversas poblaciones es el rastreo de nidos. Esto implica la localización de la mayor cantidad de nidos, de diversas especies en una región específica. También, es importante la identificación de la especie de árbol, y las características de este, tales como el porte y estado de conservación del propio bosque. Complementando lo anterior, con la porción del árbol, donde se encuentra el nido, considerando aspectos como la altura respecto al suelo. Esta metodología puede proporcionar información directa sobre cómo las especies de árboles, y la condición del bosque, influyen en el éxito de la nidificación, así como la presencia de ciertas especies. Sin embargo, es importante destacar que la búsqueda de nidos es una tarea que requiere una inversión significativa de tiempo y esfuerzo.

En vista de esto, se sugiere a las comunidades forestales que dependen económicamente de la explotación de la madera, considerar la conservación de grupos (Figura 1) o franjas de árboles (Figura 2) en las zonas destinadas a la tala, con el propósito de preservar los nidos que puedan albergar crías y, de esta manera, evitar la disminución de sus poblaciones.

### Clasificación por grupos funcionales

Para el buen funcionamiento de los ecosistemas boscosos, las aves son fundamentales por su diversidad de funciones. La diversidad funcional se fundamenta en los llamados grupos funcionales, los principales son los que a continuación se mencionan:

- **Polinizadores:** en los bosques mexicanos, este grupo está representado por aves de talla pequeña. Ya que, al alimentarse del néctar de las flores, transportan el polen que se les adhiere de las plantas visitadas, ayudando así a la reproducción de las especies vegetales. Los principales representantes en esta categoría son los colibrís, que, adicionalmente, son muy vistosos y, por lo tanto, atractivos para los observadores.
- **Insectívoros:** se incluye un amplio número de especies de aves que se alimentan de insectos y otros animales, que pueden ser considerados plagas. Dentro de esta categoría, destaca la función de los llamados “pájaros carpinteros”, que son especies adaptadas para atrapar insectos que viven dentro de la corteza de los árboles. Los insectos pueden llegar a ser muy dañinos para toda una sección del bosque, por lo que la acción de estas aves es muy importante para la salud de bosques principalmente de pino. Otras aves insectívoras también, tienen la función de controlar a insectos que pudieran llegar a ser considerados como plaga forestal. Numerosas especies dentro de este grupo funcional también son vistosas, por lo que, resultan atractivas para los ecoturistas que visitan un bosque para observar aves.
- **Dispersores de semillas:** grupo funcional caracterizado por contener especies que se alimentan de frutas y semillas, las cuales, al ser evacuadas a través de sus excretas, son diseminadas. Este grupo ayuda así a la dispersión y reproducción de plantas y a la regeneración del bosque.
- **Aves de caza:** conformado por especies de aves depredadoras. Pueden ser diurnas como los halcones y águilas, o nocturnas como lechuzas y tecolotes. Este grupo se encarga de controlar poblaciones de animales más pequeños, lo que a su vez mantiene el equilibrio ecológico. Muchas de las aves de caza, son especies muy carismáticas tales como el águila real y el halcón peregrino, por lo que puede ser un objetivo importante para observadores de aves.
- **Control de enfermedades:** esta categoría está conformada por un grupo pequeño de especies. Aquí se incluyen aves como las carroñeras (auras y zopilotes), sin embargo, otras aves no tan especializadas como las charas, también pueden considerarse dentro de este grupo. Pese a no ser un grupo atractivo, su presencia en estos ecosistemas es fundamental, ya que, al alimentarse de animales muertos, ayudan a evitar la propagación de enfermedades y la acumulación de cadáveres en el ambiente. Esta información debe ser mejor difundida entre los ecoturistas, pues esta función debe ser bien valorada.

A continuación, se presentan algunas especies de aves y el grupo funcional al que pertenecen.



**Figura 3.** Ejemplar macho de carpintero veloso y pareja de (*Dryobates villosus*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

Forma parte del grupo de los insectívoros, ya que se nutre buscando bajo la corteza o cavando para encontrar insectos, siendo su dieta principal, pero también se alimentan de frutas, bayas y nueces, y ocasionalmente consumen la savia de los árboles. Se considera controlador de insectos ya que es depredador natural del barrenador europeo del maíz, una polilla que ocasiona pérdidas anuales de más de mil millones de dólares en la industria agrícola estadounidense tanto en daños a los cultivos como en la necesidad de control poblacional.



**Figura 4.** Ejemplar macho adulto de chara de Steller (*Cyanocitta stelleri*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

Se encuentra dentro de tres grupos funcionales ya que se nutre de una amplia variedad de fuentes de alimento, que van desde insectos como escarabajos, orugas y grillos (insectívora), hasta nueces, semillas, piñones y bellotas, que los convierte en posibles dispersores de semillas. También incluye en su dieta brotes, flores y ocasionalmente hongos. Además, en ciertas ocasiones, consumen restos de animales fallecidos o carroña, desempeñando así un papel en el control de enfermedades.



**Figura 5.** Ejemplar macho adulto de reinita roja (*Cardellina rubra*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

El grupo funcional al que pertenece esta ave es al de los insectívoros ya que, para alimentarse, espiga insectos y otros invertebrados principalmente en el sotobosque.



**Figura 6.** Ejemplar macho adulto de reinita carirroja (*Cardellina rubrifrons*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.



**Figura 7.** Reinita carirroja (*Cardellina rubrifrons*)

No se conoce su dieta en detalle, pero sin duda se alimenta principalmente de insectos. Las orugas pueden ser importantes en su dieta. Alimenta a las crías con muchas orugas verdes pequeñas. También come moscas pequeñas, saltamontes y otros insectos.



**Figura 8.** Ejemplar macho adulto de azulejo occidental (*Sialia mexicana*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Jorge Palacio-Núñez.

Esta especie de ave se encuentra dentro de dos grupos ya que en verano consume principalmente insectos y en invierno mayormente frutas y semillas, complementados con insectos.



**Figura 9.** Ejemplar macho adulto de búho moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

Forma parte de dos grupos importantes que son el de aves de caza e insectívoros, pues se alimenta principalmente de roedores y murciélagos, aunque también consume otras aves, insectos y reptiles dependiendo de su disponibilidad. Esta especie se encuentra en categoría de amenazada según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



**Figura 10.** Ejemplar adulto reproductivo de garza blanca (*Ardea alba*) en Sierra Fría, Aguascalientes. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

La alimentación de la garza blanca se basa principalmente en la ingesta de peces, aunque también se distingue en el grupo de los insectívoros debido a su habilidad para ingerir una diversidad de insectos, tanto en sus etapas de larva como en su fase adulta. Ocasionalmente, incluye anfibios en su dieta y, en menor proporción, incorpora crustáceos, arácnidos y raramente restos de materia vegetal en su alimentación.



**Figura 11.** Ejemplar adulto de chorlo tildío (*Charadrius vociferus*) en Sierra Fría, Aguascalientes. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

Pertenece al grupo de los insectívoros, ya que se nutre de una amplia variedad de insectos como escarabajos, orugas, saltamontes, entre otros.

Sin embargo, acostumbra alimentarse en las orillas de cuerpos de agua, donde también puede consumir moluscos pequeños y crustáceos. A pesar de ello, también muestra inclinación hacia el consumo de pequeñas cantidades de semillas, lo que la sitúa dentro del grupo de los dispersores de semillas.



**Figura 12.** Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

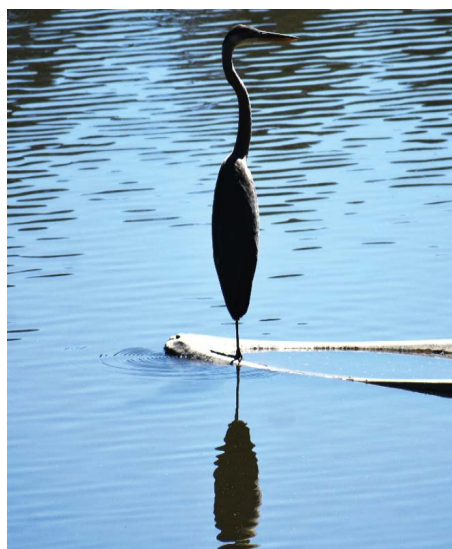
Durante la temporada de verano, esta especie tiende a consumir una mayor cantidad de insectos en comparación con el invierno. Además de esto, su dieta suele incluir predo-

minantemente semillas, incluyendo las de plantas silvestres y hierbas, y ocasionalmente se ha observado que se alimenta de algunas flores, brotes y bayas.



**Figura 13.** Ejemplar adulto de saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*) en Salinas, San Luis Potosí. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

El alimento de esta especie consiste en insectos y otros invertebrados diminutos, abarcando desde escarabajos, abejas, avispas, orugas, mariposas, polillas, saltamontes, grillos, moscas y arañas. De vez en cuando, también incorporan semillas, frutas y otros elementos vegetales a su dieta, particularmente durante la temporada invernal.



**Figura 14.** Ejemplar macho adulto de garza morena (*Ardea herodias*) en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. Fotografía: Rosa Isela Delgado-Espinoza.

Ave semi acuática de patas largas que le permiten adentrarse en partes profundas de cuerpos de agua, se alimentan de organismos acuáticos y semiacuáticas como peces, anfibios y algunos invertebrados, por su talla también puede consumir roedores y tortugas. Su

función en este tipo de ecosistemas queda restringida a cuerpos de agua, pero suelen ser aves vistosas atractivas y fotogénicas para observadores de aves y aficionados a la fotografía en general.

### Impacto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad de aves

El aprovechamiento forestal implica la extracción de sólo una porción de los árboles, mientras que se mantiene la cobertura boscosa. Sin embargo, dicho aprovechamiento causa reducción en la apertura del dosel, con los consecuentes cambios en la distribución y abundancia de fuentes alimenticias para las poblaciones de aves. Algunas especies se benefician con los cambios creados por el aprovechamiento, mientras que otras son afectadas de manera negativa disminuyendo su éxito reproductivo y resistencia a las enfermedades; sin embargo, no se toman las medidas necesarias y se derriban arboles sin considerar presencia de nidos.





### Retribución social

El método descrito para contribuir a la conservación de los grupos funcionales de aves en áreas con aprovechamiento forestal es propuesto por *Rosa Isela Delgado Espinoza, de la Maestría en Ciencias: Innovación en Manejo de Recursos Naturales del Campus San Luis Potosí, del Colegio de Postgraduados*, con el apoyo de algunos Profesores de la misma institución. *La metodología descrita, está al servicio del ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango, México, ejido con actividades forestales y ecoturísticas, así como para la SEMARNAT.*

### 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<br>Productores independientes<br>Comunidades Agrarias<br>Zonas turísticas | Primario:<br>Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería<br><br>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) | Social<br><br>Económico<br><br>Ambiental<br>Conocimiento | Ciencia y Tecnología<br><br>Económico<br>Educación<br>Responsabilidad Ambiental | Competitividad<br><br>Recursos Humanos<br>Generación de empleos<br>Capacitación | Numero de tesis   |
| Modelo de negocio        | Creación o reinención de un negocio   |   |   |  |   |   | Número de egresados (Lic. M.C. ó D.C.)  |
| Innovación sostenible    | Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible                   |   |   |  |   |   | Número de publicaciones   |
| A través de experiencias | Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores      |   |   |  |   |   | Transferencias tecnológicas<br>Reducción de mortalidad<br>Número de empleos generados |

# Sistemas silvopastoriles en clima templado

Ortega-Jiménez, Eusebio<sup>1</sup>; Mendoza-Pedroza, Sergio<sup>2</sup>; Zacate-Torres, Oscar<sup>2\*</sup>; Castelán-Lorenzo, Mario<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates, Mpio. Manlio F. Altamirano; Veracruz, Ver. C.P. 91700. México.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Programa de Ganadería. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5, Carretera México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230

\* Autor para correspondencia: zacate.oscar@colpos.mx

## Problema

La demanda excesiva de recursos por parte de la ganadería intensiva ha puesto en tela de juicio la pertinencia de la producción de productos pecuarios, además de una creciente tendencia a producciones más amigables con el planeta han hecho que se busquen mecanismos y técnicas más adecuados a los nuevos tiempos, socialmente responsables, económicamente viables y con mayor confort para el ser humano. Por ello los sistemas silvopastoriles han cobrado relevancia en muchas de las zonas del trópico, donde factores como los árboles, pastos y agua han confluído exitosamente en muchos de los casos. Esta experiencia exitosa no ha sido replicada en zonas templadas ni en zonas secas, o bien no existe el suficiente estudio de dicho sistema en estos climas. Por décadas se han utilizado sistemas de pastoreo que eliminaban árboles y arbustos, donde se hacía uso exclusivo de especies forrajeras introducidas sin darle la importancia a los ecosistemas, y los factores que la afectan como la degradación del suelo, pérdida de nutrientes y problemáticas con el agua, además de desplazamiento de especies forrajeras nativas de la región y alteración de los ciclos naturales de los nutrientes y del agua.

## Solución

El presente proyecto está diseñado para implementar un modelo silvopastoril en zonas de clima templado, apta para grandes y pequeñas especies de rumiantes, entre ellas los bovinos, ovinos y caprinos, los cuales son capaces de aprovechar al máximo las cualidades de este sistema, que está pensado para desarrollarse en superficies que pueden ir de 1 a 10 ha

**Cómo citar:** Ortega-Jiménez, E., Mendoza-Pedroza, S., Zacate-Torres, O., & Castelán-Lorenzo, M. (2023). Sistemas silvopastoriles en clima templado. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.248>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023, pp: 43-47.

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



**Cuadro 1.** Diferencias entre un sistema silvopastoril en clima templado y un sistema silvopastoril en trópico

|  |   |
|--|---|
| En regiones templadas, se suelen utilizar especies de árboles como robles, nogales o pinos que son resistentes al clima frío.  | En las regiones tropicales, se utilizan especies de árboles y arbustos utilizadas por su alto valor proteico como banco de proteína para los animales, lo cual representa una ventaja frente a los sistemas silvopastoriles de clima templado; entre las especies más utilizadas se encuentran: el guaje, el guácimo o el guanacaste. |
| El silvopastoreo en regiones templadas tiende a ser más estacional, con pastoreo limitado durante el invierno debido a las condiciones climáticas adversas.  | El silvopastoreo en regiones tropicales a menudo puede practicarse durante todo el año debido al clima más cálido y las lluvias regulares.  |
| En estas regiones, la producción de forraje puede ser estacional y se basa en especies herbáceas adaptadas al clima frío.  | En estas regiones, la diversidad de forraje es mayor y se basa en hierbas, arbustos y árboles tropicales, pudiendo haber mayores asociaciones con alto valor forrajero.   |
| La carga animal es mayor en un sistema silvopastoril de clima templado, influenciado por condiciones climáticas, disponibilidad de agua, y con mayor disponibilidad de forraje a lo largo del año. | Las plagas y enfermedades pueden ser más comunes en las regiones tropicales, lo que presenta desafíos adicionales para el manejo del sistema silvopastoril.   |

**Figura 1.** A) Sistema silvopastoril de clima templado establecido en las instalaciones del COLPOS Campus Montecillo; B) Sistema silvopastoril de clima tropical en el estado de Veracruz, México.

con árboles adaptados para la zona, los cuales cumplirán con tareas de suma importancia entre la que se encuentran la de proveer sombra a los semovientes que pastorean en las áreas determinadas, además de brindar bienestar animal. Además estos árboles cumplen la función de actuar como cerco vivo y como captadores de carbono, un tema que ha cobrado gran relevancia hoy en día, además de ser óptimos para la zona al ser resistentes al clima de la región, el pH del suelo y la salinidad del mismo. El sistema silvopastoril debe implementarse con la presencia de pastos aptos para la región que permitan cumplir con la función de proveer alimento para los semovientes, en este caso se ha optado por la utilización de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), que junto con la cobertura arbórea permitirá integrar un sistema pertinente y adecuado para la producción pecuaria de la zona tem-

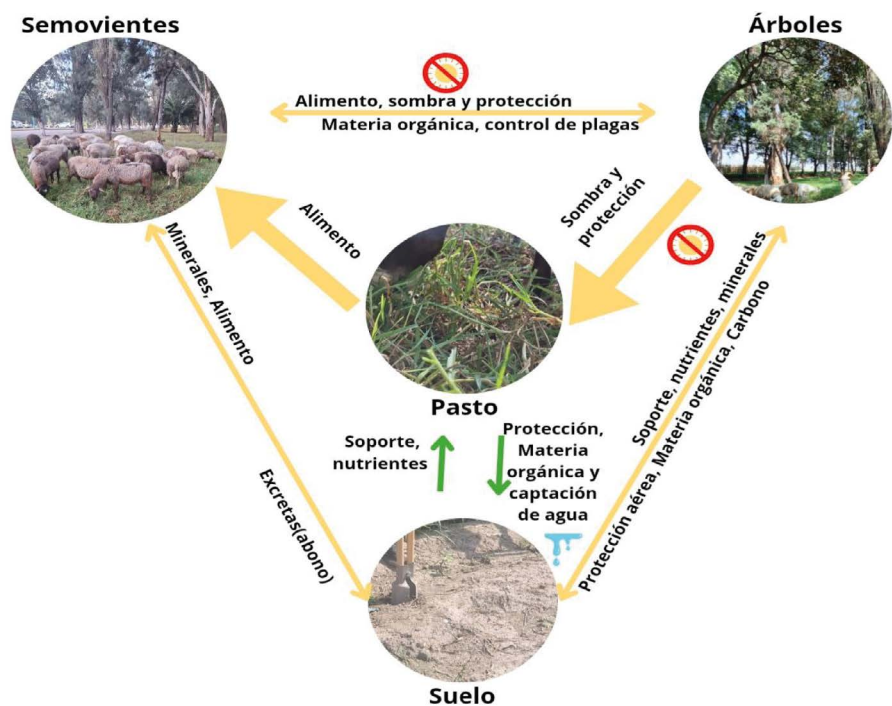
plada. Además, el tema financiero cobra relevancia al ser un sistema que busca reducir al mínimo los costos de alimentación de los animales en pastoreo, apostando por cultivos con mayor persistencia y calidad.

**Particularidades del sistema silvopastoril de clima templado**

1. **Cobertura arbórea:** A través de un inventario forestal se determinó la cobertura arbórea total del sistema silvopastoril modelo, mismo que ayudará a determinar la captación total de carbono de dicho sistema.

**Cuadro 2.** Inventario forestal del sistema silvopastoril en el Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo

| Especie                              | Nombre común | Número de árboles |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|
| <i>Casuarina cunninghamiana</i> (L.) | Casuarina    | 137               |
| <i>Eucalyptus globulus</i> Labill    | Eucalipto    | 94                |
| <i>Salix babylonica</i> L.           | Sauce llorón | 79                |
| <i>Ligustrum lucidum</i> L.          | Trueno       | 39                |
| <i>Cupressus sempervirens</i>        | Ciprés       | 18                |
| <i>Schinus molle</i> L.              | Pirul        | 7                 |
| <i>Pinus sylvestris</i> L.           | Pino         | 5                 |



**Figura 2.** Interacción de los componentes del sistema silvopastoril del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

2. **Pastos presentes en el sistema silvopastoril:** El sistema silvopastoril tiene presencia de pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) como pasto de importancia forrajera, además de otras especies entre las que se incluyen el pasto orchard (*Dactylis glomerata*) y pasto salado (*Distichlis spicata*), además de malezas con poca o nula importancia forrajera.
3. **Semovientes:** El sistema silvopastoril permite la crianza y participación de grandes y pequeñas especies, entre las que se encuentran los bovinos, ovinos y caprinos, los cuales cumplen con funciones dentro de la pradera (abono a través de excretas) y brindar subproductos de importancia para los productores. El número de animales que pueden introducirse en el sistema silvopastoril de clima templado va a depender de distintos factores como el tipo de forraje, la disponibilidad del mismo y la rotación de los semovientes en las distintas praderas y el tamaño de la pradera. En el caso de la pradera ubicada en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, hay una superficie de 5473 m<sup>2</sup>, con una producción promedio de kikuyo de 0.520 kg/m<sup>2</sup> de forraje en fresco, con una producción total de 2,856 kg de forraje verde en la pradera, lo cual permite mantener durante 15 días el pastoreo de 30 borregos consumiendo cada uno de los semovientes 6 kilogramos de forraje en base tal cual se ofrece. Es importante evitar el sobrepastoreo en la pradera para promover el rebrote del material vegetativo, por ello no se recomienda un pastoreo intensivo, así mismo se recomiendan intervalos de 4 semanas de descanso entre pastoreo en primavera-verano y de 5 a 6 semanas de descanso en otoño e invierno, para favorecer el rebrote de mejor calidad. La carga animal recomendada es de 4 UA (vacas de 450 kg) por hectárea, o su equivalente en ovinos y caprinos.



**Figura 3.** A) Pastoreo de ovinos y caprinos en el sistema silvopastoril del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo en la temporada verano 2023; B) Ganado caprino presente en el pastoreo del sistema silvopastoril implementado; C) Pastoreo de ovinos y caprinos en el sistema silvopastoril del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo en la temporada otoño 2023.

### Innovaciones, impactos e indicadores

| Nivel de innovación      | Descripción  | Transferido                                       | Sector   | Ámbito  | Indicador general de políticas públicas                      | Indicadores específicos  | Subindicador  |
|--------------------------|--|---|--|---|--|--|---|
| Incremental              | Mejorar los sistemas que ya existen en la búsqueda del mejoramiento y perfeccionamiento de los mismos. | Usuarios Potenciales:<br>Pequeños productores     | Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal. | Social<br>Económico<br>Ambiental<br>Conocimiento              | Ciencia y Tecnología<br>Económico<br>Educación               | Competitividad<br>Recursos<br>Humanos<br>Capacitación                          | En marcha tesis de maestría<br>En marcha tesis de licenciatura<br>Servicio social         |
| Innovación sostenible    | Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible                            | Comunidades Agrarias<br>Poblaciones en Particular | Procesos de investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)     | Uno, o la combinación de dos o más de las opciones anteriores | Responsabilidad Ambiental<br>Salud Pública                   | Finanzas Públicas<br>Uno o combinación de dos o más de las opciones anteriores | Estancias preprofesionales<br>Número de publicaciones<br>Transferencias tecnológicas      |
| A través de experiencias | A través de proyectos productivos promover la diversificación productiva experiencia                   | Gobiernos estatales<br>Gobierno Federal           |  |   | Uno o la combinación de dos o más de las opciones anteriores |  | Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social e económico |





# Aumento de la eficiencia económica-reproductiva en ovejas al reutilizar dispositivos CIDR en la sincronización de estros

López-García, Susana<sup>1</sup>; Martínez-Aispuro, José A.<sup>1</sup>; Sánchez-Torres Esqueda, María Teresa<sup>1</sup>; Cordero-Mora, José Luis<sup>1</sup>; Figueroa-Velasco, José Luis<sup>1</sup>; Salinas Rios, Téodulo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.

\* Autor para correspondencia: teresa@colpos.mx

## Problema

Las gestaciones no planificadas imposibilitan la obtención de lotes homogéneos de corderos para venta en la época de mayor demanda y disponibilidad de forraje. Debido a lo anterior, el uso de hormonas para la sincronización de celos es una práctica habitual en la cría intensiva de ovejas. Los tratamientos hormonales más eficaces son la progesterona y sus análogos, entre los que se encuentran los dispositivos intravaginales (CIDR) de silicona que contienen 0.3 g de progesterona natural.

El CIDR se utiliza regularmente durante 12 a 14 días, adicionando gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro de los dispositivos. Con este protocolo durante la época reproductiva se puede conseguir que más del 90% de las ovejas entren en celo en un lapso de 24 a 72 horas, obteniendo porcentajes de gestación cercanos al 80 % cuando se utiliza monta natural. Sin embargo, estos dispositivos aun contienen progesterona al momento de su retiro, lo cual representa una fuente de contaminación ambiental y un desperdicio del producto. El contenido de progesterona presente en un CIDR sometido a un protocolo de 12 días es suficiente para utilizarse una segunda vez (Figura 1).

Por otra parte, la reducción de la duración de los tratamientos con CIDR de hasta por 6 días permite obtener un porcentaje de presentación de celos y/o gestaciones similares a un protocolo convencional (12 días). La reducción a 6 días en el uso del CIDR representa una oportunidad para reutilizar el dispositivo, sin embargo, no existe información que muestre el número de reutilizaciones que es posible llevar a cabo.

**Cómo citar:** López-García, S., Martínez-Aispuro, J. A., Sánchez-Torres Esqueda, M. T., Cordero-Mora, J. L., Figueroa-Velasco, J. L., & Salinas Rios, T. (2023). Aumento de la eficiencia económica-reproductiva en ovejas al reutilizar dispositivos CIDR en la sincronización de estros. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.236>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 49-53.

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





**Figura 1.** Bolsa de CIDRs, aplicador y dispositivo (A); Inserción de CIDR reutilizado, previamente lavado y desinfectado (B); Llenado de jeringa y aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) (C y D).

En el estado de México los CIDRs se adquieren con un precio aproximado de \$3,486.00 por bolsa con 20 dispositivos, es decir \$174.3 por unidad. Además, al momento del retiro se utiliza comúnmente 200 UI (1 ml) de eCG en época reproductiva, con un precio al público aproximado de \$2,373.00/ frasco de 25 ml. El protocolo de sincronización de celos usando CIDR+eCG tiene un costo de alrededor de \$269.22 por oveja. Este método de sincronización de celos garantiza un alto porcentaje de celos en un intervalo corto de tiempo y con buen porcentaje de gestación en el rebaño, lo cual garantiza lotes homogéneos de corderos. Sin embargo, el costo por oveja es un obstáculo que limita la implementación de programas de sincronización de celos en rebaños pequeños.

### **Solución planteada**

Los CIDR mantienen cantidades residuales de progesterona después de usarse en protocolos de 12 días; además, sus características físicas permiten que puedan ser lavados y desinfectados después de su retiro. Por lo tanto, es posible su reutilización en ovejas del mismo rebaño.

El uso de un CIDR por más de una ocasión representa una buena opción para el productor, ya que se reducen los costos en los programas de sincronización de celos. En el área de Fisiología de la Reproducción del Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo,

Estado de México, se trabaja en vinculación con pequeños productores en la reducción de costos en los programas de sincronización de celos. En ovejas multíparas se han implementado protocolos de sincronización con CIDR nuevos y reutilizados.

**Manejo general de los animales experimentales**

Se utilizaron hembras ovinas multíparas de las cruzas de Katahdin×Dorset con un peso promedio de 59 kg, condición corporal de 3 (en escala de 1 a 5), ubicadas en estabulación, alimentadas con dieta de heno de avena con grano, heno de alfalfa y 300 g de alimento comercial con 14% de PC y acceso libre de agua.

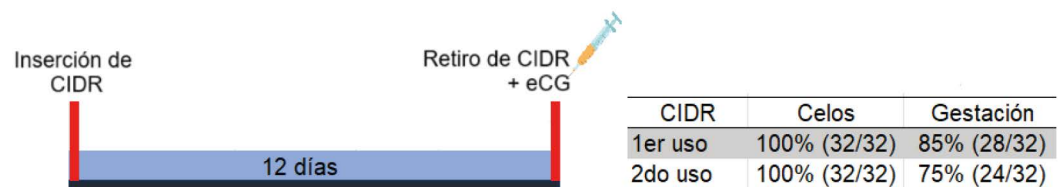
**Protocolo de sincronización de celos de 12 días con CIDRs nuevos y reutilizados**

En un grupo de ovejas, se usó el protocolo convencional de 12 días con CIDR+1 ml de eCG al momento del retiro de los dispositivos; estos CIDR fueron reutilizados en otro grupo de ovejas con el mismo protocolo (Figura 2).

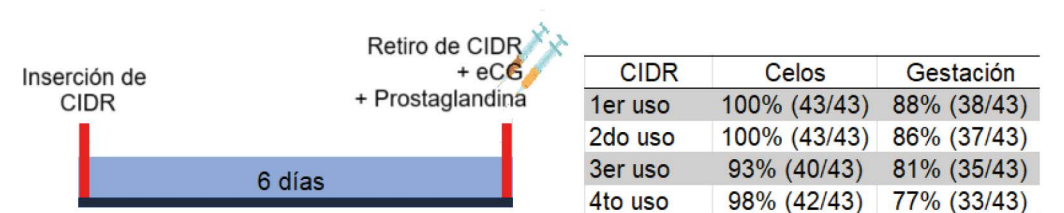
La reutilización de CIDR reduce el precio del tratamiento por cada hembra sincronizada. El protocolo de la Figura 2 tiene un costo de \$269.22 por oveja. Usar los CIDR con el mismo protocolo por segunda ocasión permite mantener el 100% de celos, y aunque la gestación disminuye del 85% al utilizar CIDR nuevos a 75% con CIDR reutilizados, en este segundo lote de ovejas a sincronizar se pagará únicamente la dosis de eCG (\$94.92 por oveja). Al sumar el precio del CIDR más el precio de la eCG usada en los dos lotes, la inversión será de \$182.07 por cada oveja sincronizada.

**Protocolo de sincronización de celos de 6 días con CIDRs nuevos y reutilizados**

En otro grupo de ovejas se usó un protocolo de 6 días con CIDR+1 ml de eCG y 0.5 ml de prostaglandina F2α al momento del retiro de los dispositivos; estos CIDR fueron reutilizados en un segundo, tercero y cuarto grupo de ovejas. Los porcentajes de celos y gestación se pueden observar en la Figura 3.



**Figura 2.** Protocolo convencional de 12 días con CIDR nuevos y con CIDR usados por segunda vez en otro lote de ovejas.



**Figura 3.** Protocolo de 6 días; cada CIDR se utilizó cuatro veces.

Los protocolos cortos de sincronización de celos a veces no son tan aceptados por productores, debido a que es necesaria la aplicación de prostaglandina F2 $\alpha$  al momento del retiro del CIDR, que representa un gasto extra. Sin embargo, en este protocolo cada CIDR se usó en cuatro ocasiones por lo que el costo total también disminuyó a pesar de incluir prostaglandina (Cuadro 1). Aunque al cuarto uso de CIDR se obtuvo un porcentaje menor al 80% de gestación, se considera aceptable, sobre todo cuando el ahorro monetario en este punto llega a ser de hasta el 46%.

Los resultados se obtuvieron en el Estado de México. Con la información generada se tiene que considerar variaciones respecto a la raza, la estación (dentro o fuera de la época reproductiva) y la duración del protocolo de sincronización, así como el método de limpieza y desinfección de los dispositivos (Figura 4 y 5).

### Retribución social

El estudio brinda a productores que crían ovejas reproductoras, la opción de reducir costos en un 31% al usar los dispositivos por segunda ocasión, y hasta un 46% al usarlo cuatro veces, sin afectar negativamente los celos y gestaciones en las ovejas.

### Agradecimiento

Los autores agradecen el apoyo de la LGAC-CP “Innovación Tecnológica y Seguridad Alimentaria en Ganadería”.

**Cuadro 1.** Costo del protocolo de sincronización por oveja al reutilizar CIDR hasta por cuarta ocasión. Incluye el precio de 1 ml de Gonactive<sup>®</sup> y 0.5 ml de celosil<sup>®</sup>.

| Variable                 | Número de usos |           |           |           |
|--------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
|                          | 1              | 2         | 3         | 4         |
| CIDR COSTO               | 3,486          | Sin costo | Sin costo | Sin costo |
| Piezas                   | 20             | 20        | 20        | 20        |
| Ovejas sincronizadas     | 20             | 40        | 60        | 80        |
| Costo unitario (\$ MN)   | 174.30         | 87.15     | 58.10     | 43.58     |
| eCG COSTO                | 2,373          | 2,373     | 2,373     | 2,373     |
| Cantidad (ml)            | 25             | 25        | 25        | 25        |
| Dosis/oveja (ml)         | 1              | 1         | 1         | 1         |
| Costo unitario (\$ MN)   | 94.92          | 94.92     | 94.92     | 94.92     |
| CELOSIL COSTO            | 580            | 580       | 580       | 580       |
| Cantidad (ml)            | 20             | 20        | 20        | 20        |
| Dosis/oveja (ml)         | 1              | 1         | 1         | 1         |
| Costo unitario (\$ MN)   | 14.50          | 14.50     | 14.50     | 14.50     |
| Costo total/oveja (\$MN) | 283.72         | 196.57    | 167.52    | 153.00    |



**Figura 4.** Capacitación a grupos de productores. Grupo de productores de Hidalgo escuchando una plática de sincronización de estros (A); Productor de Montecillo con rebaño de ovejas en las que se implementó un programa de sincronización de estros de 6 días con CIDR reutilizados (B).







**Figura 5.** Grupo de alumnos que participaron en la implementación de programas de sincronización de 6 días con CIDR reutilizados en Montecillo, Estado de México (A); Alumnos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAM-X en prácticas con los ovinos (B).

### Innovaciones, impactos e indicadores

| Nivel de Innovación   | Descripción  | Transferido  | Impacto              |  | Indicador General de Políticas Públicas                                  | Indicadores Específicos                                  | Subindicador                        |
|-----------------------|--|--|----------------------|--|--|--|-------------------------------------|
|                       |  |  | Sector               | Ámbito   |  |  |                                     |
| Incremental           | Busca eficientizar los sistemas de producción disminuyendo la duración de los protocolos clásicos (12 d) a la mitad de tiempo y hacerlos más rentables al reutilizar los CIDRs para una reducción de costos cercanos al 50%. | Un grupo de 6 productores independientes del estado de México e Hidalgo.<br><br>Un grupo de 35 estudiantes de licenciatura en M.V.Z. de UAM-X. | Primario: Ganadería. | Social y económico.<br><br>Ambiental al reutilizar un producto comercial con contenido hormonal. | Ciencia y Tecnología.<br><br>Económico.<br><br>Ambiental.<br><br>Social. | Competitividad.<br><br>Reutilización<br><br>Capacitación | 2 estudiantes de Maestría graduados |
| Procesos              | Modificación de técnicas de reproducción asistida.   | Un grupo de 40 estudiantes de licenciatura en Agronomía y Zootecnia de la UACH.  |                      | Cursos a productores independientes.   |  |  |                                     |
| Innovación sostenible | Implementación de protocolos de sincronización en los rebaños mediante la reutilización de dispositivos hormonales, minimizando el impacto ecológico.  |  |                      |  |  |  |                                     |



# Mitos y realidades sobre el consumo de huevo

Pro-Martínez, Arturo<sup>1</sup>; Velasco-Estrada, Alondra S.<sup>1\*</sup>; Gallegos-Sánchez, J.<sup>1</sup>; González-Cerón, Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Carretera México – Texcoco Km 36, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56264.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco Km 38.5, Texcoco Estado de México, C. P. 56230.

\* Autor para correspondencia: saharayest@gmail.com

## Problema

Los mitos y realidades en torno al consumo de huevos son variados y a menudo confusos para muchas personas. Uno de los mitos más comunes sobre el consumo de huevo es que es dañino para la salud humana causando daños a nivel cardiovascular. Este mito se basa en la creencia de que el colesterol del huevo es perjudicial para el corazón. Esto ha llevado a que algunas personas eviten los huevos en su dieta, a pesar de que son un alimento rico en proteínas y otros nutrientes esenciales (Cuadro 1). Por otro lado, existe la falsa creencia de que los huevos crudos aportan más nutrientes o son más fáciles de absorber por el cuerpo. Sin embargo, consumirlos de esta manera aumenta el riesgo de contraer una infección bacteriana, como la salmonelosis.

**Cuadro 1.** Contenido nutrimental del huevo (60 g).

| Nutriente       | Contenido | Nutriente         | Contenido |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------|
| Calorías        | 74        | Folato            | 24 mcg    |
| Proteínas       | 6.29 g    | Vitamina A        | 60 IU     |
| Grasas          | 5.2 g     | Vitamina D        | 2 mcg     |
| Colesterol      | 401 mg    | Vitamina E        | 0.4 mg    |
| Carbohidratos   | 0.38 g    | Vitamina K        | 2 mcg     |
| Fibra dietética | 0 g       | Vitamina B12      | 0.6 mcg   |
| Sodio           | 62 mg     | Tiamina           | 0.1 mg    |
| Potasio         | 130 mg    | Riboflavina       | 0.1 mg    |
| Calcio          | 76 mg     | Niacina           | 0.6 mg    |
| Hierro          | 1.2 mg    | Ácido pantoténico | 0.6 mg    |
| Zinc            | 1 mg      | Selenio           | 21 mg     |

**Cómo citar:** Pro-Martínez, A., Velasco-Estrada, A. S., Gallegos-Sánchez, J., & González-Cerón, F. (2023). Mitos y realidades sobre el consumo de huevo. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.246>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 55-58.

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



## Solución

La solución a este problema es educar a la población sobre los beneficios nutricionales del huevo. Es importante que las personas comprendan que el colesterol de los huevos no es perjudicial para la salud cardiovascular. Además, los huevos contienen ácidos grasos monoinsaturados en una proporción baja de grasas saturadas, lo que los convierte en una opción saludable para incluir en la dieta. Los huevos son una fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales, y pueden ser parte de una dieta equilibrada. La proteína del huevo es la fuente más económica y con mayor consumo a nivel nacional.

El colesterol de los huevos es principalmente colesterol HDL (*high density lipoproteins*, por sus siglas en inglés), que es el tipo de colesterol “bueno” que ayuda a transportar el colesterol LDL (*low density lipoproteins*, por sus siglas en inglés) o colesterol “malo”, fuera del cuerpo. Además, los huevos son una buena fuente de otros nutrientes esenciales, como proteínas, vitaminas y minerales. Una yema de huevo grande proporciona aproximadamente 6 gramos de proteína. Las yemas de huevo también son una buena fuente de vitaminas A, D, E y B<sub>12</sub>.

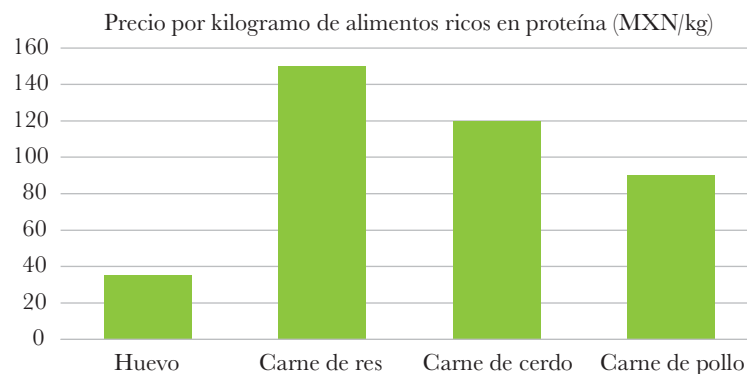
Por lo tanto, es importante que las personas conozcan los beneficios que se aportan al consumir huevo, siendo una parte saludable de una dieta equilibrada. Los huevos son una buena fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales, y no tienen un impacto significativo en los niveles de colesterol en sangre.

Aquí se muestran algunos mitos específicos sobre el consumo de huevo:

- **Mito:** Los huevos son altos en colesterol y, por lo tanto, son malos para la salud cardiovascular ocasionando la muerte por infartos.  
**Realidad:** Los huevos tienen un contenido de colesterol menor que otras fuentes de proteína animal. Un huevo grande contiene aproximadamente 220 miligramos de colesterol, mientras que una onza (28 gramos) de carne roja contiene aproximadamente 76 miligramos, una onza de carne procesada contiene aproximadamente 35 miligramos y una onza de mariscos contiene aproximadamente 42 miligramos. El colesterol de los huevos no tiene un impacto significativo en los niveles de colesterol en sangre. De hecho, el colesterol de los huevos es principalmente colesterol HDL, que es el tipo de colesterol “bueno” que ayuda a transportar el colesterol LDL, o colesterol “malo”, fuera del cuerpo.
- **Mito:** Los huevos son altos en grasa y, por lo tanto, son malos para la salud.  
**Realidad:** Los huevos son una buena fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales. La grasa que contienen los huevos corresponde en su mayor parte a ácidos grasos monoinsaturados y muy poca cantidad de grasas saturadas, a la vez que constituye una de las principales fuentes de colesterol de la dieta (aproximadamente 220 mg de colesterol por cada unidad de huevo de tamaño mediano). Se ha demostrado que el huevo contiene varios componentes nutricionales que protegen contra enfermedades crónicas, como luteína, zeaxantina, colina, vitamina D, selenio y vitamina A.

- **Mito:** El consumo de huevo crudo aporta una mayor cantidad de nutrientes o en su caso son más disponibles.  
**Realidad:** No se presentan evidencias que consumir huevos crudos sean mas disponibles o aporten una mayor cantidad de nutrientes, por el contrario, los huevos crudos pueden contener bacterias peligrosas, como la salmonela. La salmonela puede causar una infección grave, especialmente en niños pequeños, mujeres embarazadas y personas con sistemas inmunitarios debilitados. Por lo tanto, es importante cocinar los huevos antes de comerlos.
- **Mito:** Los huevos son malos para la salud de las mujeres embarazadas.  
**Realidad:** Los huevos son una buena fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales para las mujeres embarazadas, así como para la población en general. La clara contiene proteínas y la yema es rica tanto en proteínas como en vitamina A. Un huevo también aporta calcio y hierro.
- **Mito:** El consumo de huevo no aporta suficiente proteína.  
**Realidad:** Es la proteína más económica comparado con el resto de alimentos de origen animal. Un huevo grande contiene aproximadamente 6 gramos de proteína. En comparación, una porción de 100 gramos de carne de res, pollo o cerdo contiene aproximadamente 20-25 gramos de proteína. Por lo tanto, el huevo contiene aproximadamente un tercio de la proteína que contiene una porción equivalente de carne. Sin embargo, es importante considerar que la proteína del huevo es de alta calidad, es decir, contiene todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita.

La Figura 1 muestra que el precio del huevo es en promedio, un 77% más bajo que el precio de las carnes más consumidas (Figura 1).



**Figura 1.** Precios actuales en pesos mexicanos de productos de origen animal.

**Innovaciones, impactos e indicadores**

| Nivel de Innovación      | Descripción  | Transferido               | Impacto  |  | Indicador General de Políticas Públicas | Indicadores Específicos | Subindicador  |
|--------------------------|--|---------------------------|--|--|---|-------------------------|---|
|                          |  |                           | Sector   | Ámbito   |   |                         |   |
| A través de experiencias | Crean experiencias holísticas a través de la participación emocional de sus consumidores | Poblaciones en particular | Primario:<br>Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería<br><br>Secundario:<br>Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria) | Social<br><br>Económico<br><br>Ambiental<br><br>Conocimiento | Educación<br><br>Salud Pública          | Capacitación            | Platica informativa dirigida a jóvenes de nivel secundaria en Colegio Cristiano Juan Bautista, Teotihuacán, Edo. De México. |



# Desarrollo de un suplemento alimenticio a base de suero de leche e insectos comestibles

Ávila-Alonso, L. Jocelyn<sup>1</sup>; Romero-Jiménez, Humberto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, CP. 78600.

\* Autor de correspondencia: romero.humberto@colpos.mx

## Problema

Una persona se encuentra en pobreza cuando tiene al menos una carencia social y sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades. En México, menos del 2% de la población vive por debajo del índice de pobreza fijado por el Banco Mundial; sin embargo, actualmente se estima que el 32.6% de la población es vulnerable a vivir en estas condiciones y solamente un 23.5% de los mexicanos no está en situación de vulnerabilidad, lo que lleva a que un 43.9% de la población total que vive en México sea considerada de pobreza moderada o extrema. Hay un indicador más frecuente de pobreza, la cual es la pobreza laboral y muestra el porcentaje de la población que no puede adquirir la canasta alimentaria básica con el ingreso proveniente de su trabajo; y en México, esta variable registra hasta 37.8% de la población. Aunado a lo anterior, las cifras del ENSANUT (2020) estiman, que un 28.3% de los niños menores de cinco años tienen algún problema con relación en la nutrición (aunque solamente 1.5% de los niños sufre desnutrición, el resto de los problemas estarían divididos entre sobrepeso y obesidad, bajo peso y baja talla). Si bien es cierto que el CONEVAL presenta datos favorables para el 2024, es importante buscar alternativas que puedan mitigar poco a poco estos problemas trayendo consigo desarrollo social.

## Solución planteada

Una alternativa que puede contribuir al Desarrollo Social focalizado al Altiplano Potosino-Zacatecano, es desarrollar un suplemento alimenticio a base de suero de leche e insectos comestibles. Los insectos comestibles contienen altos niveles proteicos, además, son

**Cómo citar:** Ávila-Alonso, L. J., & Romero-Jiménez, H. (2023). Desarrollo de un suplemento alimenticio a base de suero de leche e insectos comestibles. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.260>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-October. 2023. pp: 59-62.

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



abundantes en esta región y en comparación con otras proteínas, existe mayor posibilidad de obtenerlos a bajo costo y contribuir con los recolectores del lugar. De igual manera el suero de leche es relativamente fácil de costear gracias a la actividad de ganadería menor que existe en la zona. Por ello se ha desarrollado el prototipo de un suplemento alimenticio utilizando las especies de insectos comestibles; escamoles (larva de hormiga escamolera), gusano rojo y gusano blanco de maguey (Cuadro 1).

Los gusanos de maguey se consumen tradicionalmente en estado larvario, sean crudos, asados, fritos, tostados o deshidratados. Los insectos comestibles tienen un importante aporte calórico, se señala que el 87% de los insectos comestibles son más energéticos que el maíz, 50% más que la soya, 63% más que la carne de res, 70% más que el pescado, la lenteja y el frijón, 84% de ellos más que las hortalizas, 95% más que el trigo, el centeno y 100% más que el pollo.

El suero de leche contiene propiedades benéficas para el humano. Posee una rica y amplia mezcla de proteínas secretadas con muchas propiedades químicas, físicas y funcionales. Sus proteínas tienen un importante papel nutritivo como fuente de aminoácidos esenciales, además de contar con un alto valor biológico.

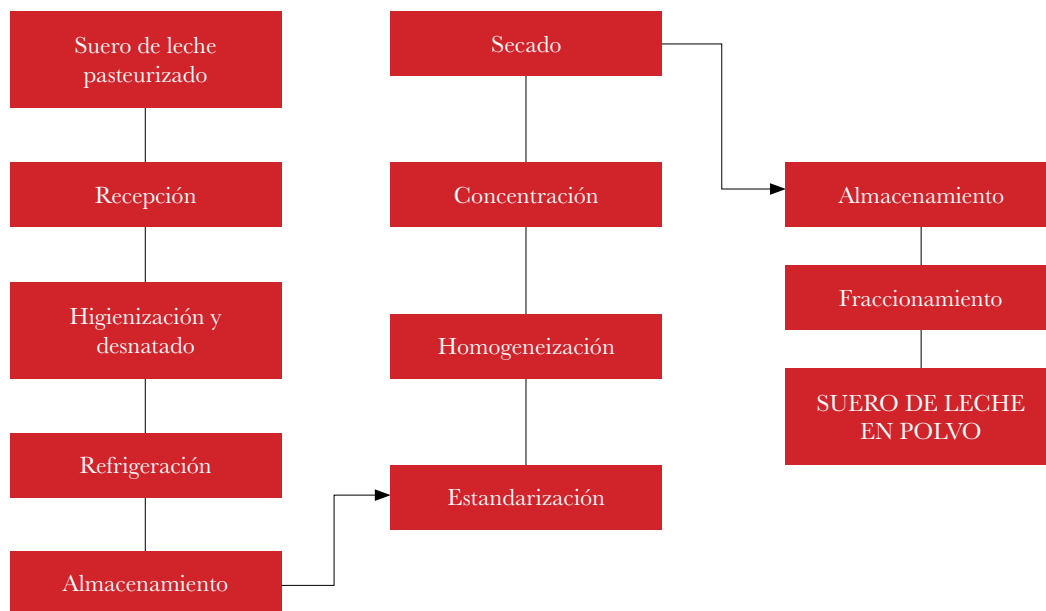
El prototipo realizado consiste específicamente en una “barra proteica” hecha con Suero de Leche en polvo y harina de los insectos comestibles mencionados anteriormente, además de que está enriquecida con semillas de amaranto tostadas y miel.

**Cuadro 1.** Valor nutrimental de los insectos comestibles (por cada 100gr base seca).

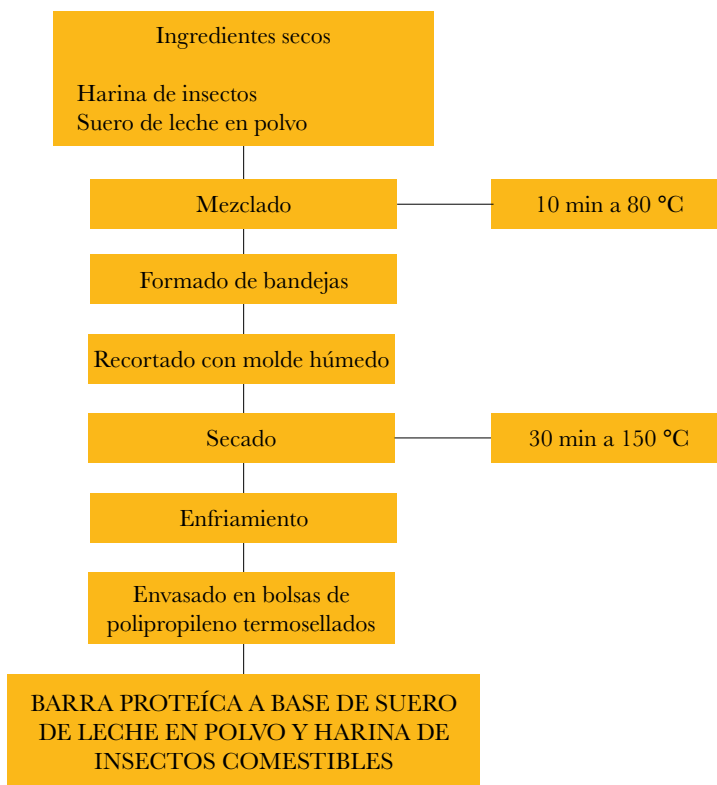
| Especie   | Proteína (g) | Grasa (g) | Minerales (g) |
|---|--------------|-----------|---------------|
| Larvas de Hormiga escamolera ( <i>Liometopum apiculatum</i> M.) | 42.40        | 34.28     | 2.44          |
| Gusano Blanco de Maguey ( <i>Aegiale hesperiaris</i> W.)        | 35.85        | 42.62     | 3.54          |
| Gusano Rojo de Maguey ( <i>Comadia redtenbacheri</i> H.)        | 32.57        | 54.96     | 4.50          |

**Cuadro 2.** Contenido nutrimental del Suero de Leche (por cada 100g).

| Nombre        | Cantidad | Unidad   |
|---------------|----------|----------|
| Agua          | 93.1     | gramo    |
| Energía       | 27       | calorías |
| Lípidos       | 0.36     | gramo    |
| Proteína      | 0.85     | gramos   |
| Carbohidratos | 5.14     | gramo    |
| Calcio        | 47       | mg       |
| Hierro        | 0.06     | mg       |
| Magnesio      | 8        | mg       |
| Fosforo       | 46       | mg       |
| Potasio       | 161      | mg       |



**Figura 1.** Elaboración del polvo de suero de Leche.



**Figura 2.** Proceso de elaboración de la barra proteica.

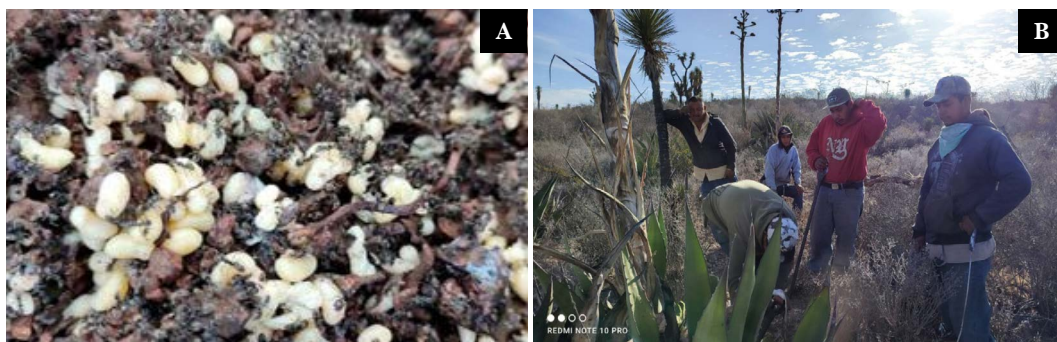


Figura 3. A: Larvas de hormiga escamolera. B: Familia recolectorora de escamoles.






Figura 4. A: gusano rojo y B: gusano blanco del Agave.

### 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<br><br>Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)<br><br>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) | Social    | Ciencia y Tecnología<br><br>Económico<br><br>Educación<br><br>Salud Pública | Competitividad<br><br>Recursos Humanos<br><br>Comercio<br><br>Capacitación | Numero de tesis   |
| Procesos              | Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro. |                             |  | Económico |   |  | Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)   |
| Modelo de negocio     | Creación o reinención de un negocio  |                             |  |           |   |  | Número de publicaciones   |
| Innovación sostenible | Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible                    |                             |  |           |   |  | Número de familias beneficiadas   |
|                       |  |                             |  |           |   |  | Transferencias tecnológicas   |
|                       |  |                             |  |           |   |  | Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico |
|                       |  |                             |  |           |   |  | Reducción de mortalidad   |

# Propuesta: Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento “Percepción y valoración de servicios ecosistémicos”

Castellanos-Gutiérrez, Yaneli<sup>1</sup>, Sánchez-Macías, Armando<sup>2</sup>, Morales-Flores, Francisco Javier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Postgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P. México. C. P. 78620, México.

<sup>2</sup> Coordinación Académica Región Altiplano Oeste, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera Salinas-Santo Domingo 200, Salinas de Hidalgo, S.L.P. México. C. P. 78600, México.

\* Autor para correspondencia: franciscojmf@colpos.mx

## Problema

Los paisajes desérticos suelen ser considerados como los que menos servicios ecosistémicos aportan al bienestar humano y a menudo son estimados con baja prioridad. Sin embargo, existen múltiples ejemplos de que estos brindan servicios de abastecimiento, regulación, provisión y culturales a la población que habita en ellos. Como ejemplo de paisaje desértico se encuentra el altiplano potosino-zacatecano donde diversas comunidades desarrollan sus medios de vida en las zonas secas con actividades principalmente asociadas al sector primario y en menor medida en los otros sectores económicos. Una característica compartida por las comunidades es la migración, los ingresos económicos bajos y en general condiciones de alta marginación, por ello la necesidad de buscar alternativas de

**Cómo citar:** Castellanos-Gutiérrez, Y., Sánchez-Macías, A., & Morales-Flores, F. J. (2023). Propuesta: Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento “Percepción y valoración de servicios ecosistémicos”. *Agro-Divulgación*, 3(5). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.261>

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

Publicado en línea: Diciembre 2023.

*Agro-Divulgación*, 3(5). Septiembre-Octubre. 2023. pp: 63-68.

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



**Figura 1.** Paisaje natural y cultural con base en recursos locales.

diversificación económica que coadyuven al bienestar de la población. Para lo anterior, se propone la creación de una Línea General de Aplicación del Conocimiento (LGAC) cuyo enfoque sea el estudio de la percepción y valoración de los servicios ecosistémicos de las zonas secas, para identificar qué alternativas de aprovechamiento y conservación se pueden desarrollar que representen una opción de diversificación económica y complemento al ingreso de las familias y al mismo tiempo procuren el desarrollo sostenible y la conservación de los servicios ecosistémicos que son importantes para la población.

### **Solución planteada**

#### **Definición de la LGAC**

La línea de generación y aplicación del conocimiento percepción y valoración de servicios ecosistémicos generará estrategias de aprovechamiento y conservación de servicios que brinda la naturaleza a través de conocer la manera en que los habitantes perciben y valoran el abastecimiento, la regulación, el soporte y los servicios asociados a la cultura en las zonas áridas y semiáridas del campo del altiplano potosino-zacatecano. Los conocimientos generados dentro de esta LGAC pueden ser replicados en otros territorios de acuerdo con su contexto.

#### **Pertinencia de la LGAC**

La línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) “Percepción y valoración de servicios ecosistémicos” es una colaboración interinstitucional de los programas de Licenciatura en administración e ingeniería agroindustrial de la Coordinación Académica Región Altiplano Oeste de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y en el posgrado unificado en ciencias en innovación en manejo de recursos naturales (Maestría y Doctorado) del Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados (COLPOS) para atender las diferentes formas de percepción y valoración social de la población rural sobre los servicios que presta la naturaleza a los seres humanos dentro de territorios definidos para elaborar estrategias de manejo que hagan posible brindar bienestar a las comunidades de las zonas áridas y semiáridas.

La LGAC aprovecha un área de oportunidad para coadyuvar al bienestar humano en congruencia con la Agenda 2030 y con 7 de los 17 objetivos del Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y con el Programa Institucional del Colegio de Postgraduados 2020-2024.

La LGAC pretende trabajar a futuro en iniciativas que fomenten el empoderamiento de los actores sociales locales, la generación de cooperativas para el desarrollo de nuevos bienes y servicios proporcionados por la naturaleza mediante la generación de cooperativas o modalidades de empresas.

### **Conceptos clave**

- **Contribuciones de la naturaleza**

Son bienes que se reciben de la naturaleza y pueden referirse a servicios ecosistémicos (abastecimiento, regulación, soporte y culturales), o también conocidos como contribuciones de la naturaleza a las personas. Hay diferentes tipos de beneficios de

estas contribuciones: a) *contribuciones materiales* (alimentos), b) *servicios de regulación* (regulación del clima), y c) *contribuciones inmateriales* (aprendizaje e inspiración).

- **Percepción**

Conocimiento, idea y sensación interior que resulta de una impresión material producida en los sentidos.

- **Valoración**

Reconocer, estimar o apreciar el valor o el mérito de algo a través de la interpretación o juicio adoptado en función de lo que se desea cambiar o preservar.

- **Rural**

Localidad con menos de 2500 habitantes y de baja densidad de población asociada a la actividad agropecuaria y forestal predominantemente.

- **Innovación social**

Estrategia orientada a generar ideas y proyectos para enfrenar problemas estructurales de la comunidad de manera novedosa, práctica y sostenible.

- **Manejo de recursos naturales**

Estrategias que se establecen para el uso, aprovechamiento y conservación sostenible de la biodiversidad, con el objetivo de generar y transmitir a los habitantes de las zonas áridas y semiáridas del altiplano potosino-zacatecano conocimiento científico para que perciban y valoren las contribuciones de la naturaleza asociadas a su identidad cultural.

### **Objetivos particulares**

1. Generar conocimiento sobre la percepción y valoración de la sociedad sobre los servicios ecosistémicos del entorno rural en las zonas áridas y semiáridas para mejorar la relación sociedad-naturaleza acorde a las necesidades de los habitantes dentro de los territorios.
2. Formar comunidad científica sobre el conocimiento de los servicios ecosistémicos de las zonas áridas y semiáridas mediante la publicación de artículos científicos y de divulgación alineados a las contribuciones de la naturaleza percibidas por la sociedad.
3. Socializar el goce de los servicios ecosistémicos en territorio áridos y semiáridos, mediante la participación de los actores sociales.
4. Coadyuvar al bienestar humano basado en el aprovechamiento y conservación de los servicios ecosistémicos en territorios áridos y semiáridos mediante la apropiación de las contribuciones de la naturaleza en los proyectos estratégicos adecuados en las comunidades.

Las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento deben apoyarse en la colaboración con enfoque disciplinar, inter-, multi- y transdisciplinar favoreciendo la expansión

de las fronteras del conocimiento. Se plantea la integración de un equipo de trabajo basado en equipos de geometría variable acorde con los perfiles de los investigadores participantes (COLPOS Y UASLP) para enriquecer el expertise de los perfiles participantes.

### Misión

El aprovechamiento y la conservación de los servicios ecosistémicos percibidos y valorados por la población de las zonas áridas y semiáridas para procurar bienestar y desarrollo.

### Visión

Ser una LGAC de impacto científico y social que construya estrategias para el aprovechamiento y conservación de los servicios ecosistémicos en las zonas áridas y semiáridas a través de la percepción y valoración social de la población.

### Áreas generales de investigación

- Percepción y valoración social de servicios ecosistémicos: con temas como caracterización a través de análisis clúster de la percepción y valoración social de contribuciones de la naturaleza a las personas.
- Historiografía de servicios ecosistémicos de las zonas áridas y semiáridas: con temas como conformación sociohistórica y geográfica de paisajes, historia ambiental del territorio, historia de la vida cotidiana de la población de las zonas áridas y semiáridas.
- Aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos de las zonas secas: con temas como manejo de recursos naturales y construcción de estrategias para la sustentabilidad ambiental.

### Habilidades y capacidades de los miembros de la LGAC.

| Perfil                       | Habilidades para desarrollar  |
|------------------------------|---|
| Historia                     | Historiografía de servicios ecosistémicos   |
| Antropología                 | Percepción y valoración social de servicios ecosistémicos   |
| Economía                     | Economía ecológica para la sostenibilidad   |
| Administración               | Alternativas turísticas en las zonas secas para la diversificación económica                          |
| Manejo de recursos naturales | Conservación del patrimonio cultural y natural  |
| Agronomía                    | Aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos   |
| Perfil                       | Capacidades para desarrollar  |
| Sociología                   | Capacidad para identificar la identidad cultural y condiciones de bienestar                           |
| Arqueología                  | Estructurar conocimiento sobre sociedades del pasado  |
| Geografía                    | Generación de cartografía y expresión de conocimiento usando Sistemas de Información Geográfica (SIG) |
| Estadística                  | Estructurar la percepción y valoración social de los servicios ecosistémicos mediante matemáticas     |
| Humanidades digitales        | Transformar información de fuentes primarias en activos tecnológicos en redes sociales                |



**Figura 2.** Patrimonio natural y con base en recursos locales.

- Economía ecológica para la sostenibilidad de las zonas secas: con temas como valor continente, competitividad y sustentabilidad.
- Conservación del patrimonio cultural y natural de las zonas áridas y semiáridas: con temas como inventario de recursos patrimoniales y uso de las humanidades digitales para el manejo de fuentes primarias.
- Alternativas turísticas en las zonas secas para la diversificación económica: con temas como creación de empresas de turismo alternativo.

**Productos deseables por integrante de la LGAC dentro del Plan estratégico a tres años (2025-2027).**

| Área de investigación  | 2025                           | 2026              | 2027              | Total de productos por área sustantiva |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| Percepción y valoración social de servicios ecosistémicos                          | E <sup>†</sup> 0<br>I 1<br>V 1 | E 1<br>I 0<br>V 1 | E 0<br>I 1<br>V 1 | E 1<br>I 2<br>V 3                      |
| Historiografía de los servicios ecosistémicos de los territorios                   | E 0<br>I 1<br>V 0              | E 0<br>I 1<br>V 1 | E 1<br>I 1<br>V 1 | E 1<br>I 3<br>V 2                      |
| Alternativas turísticas para la diversificación económica de los territorios secos | E 0<br>I 1<br>V 0              | E 1<br>I 1<br>V 1 | E 0<br>I 1<br>V 1 | E 1<br>I 3<br>V 2                      |

<sup>†</sup> Áreas sustantivas para atender por la LGAC: E: Educación; I: Investigación; V: Vinculación.

La línea “Percepción y valoración de servicios ecosistémicos” opera en educación, investigación y vinculación de las instituciones participantes. Los productos esperados durante el primer plan estratégico se enfocarán en entender la forma en los habitantes valoran las contribuciones de la naturaleza, en hacer evidentes el devenir histórico de las actitudes de las personas, con miras a generar recursos económicos a través de diversificar las actividades rurales predominantes. Los beneficiarios serán los habitantes de los territorios áridos y semiáridos mediante una introspección de la presión que ejercen sobre el agua, los alimentos y la identidad cultural.

### Innovación impactos e indicadores

| Nivel de Innovación   | Descripción  | Transferido                                     | Impacto  |   | Indicador General de Políticas Públicas           | Indicadores Específicos                       | Subindicador   |
|-----------------------|--|---|--|---|---|---|--|
|                       |  |   | Sector   | Ámbito  |   |   |  |
| Innovación sostenible | <p>Conocimientos y actitudes sobre la conceptualización de los servicios ecosistémicos de la población de las áridas y semiáridas</p> <p>Desarrollo de productos y procesos que contribuyan a la diversificación de la economía en el medio rural y a las condiciones de bienestar de la población</p> <p>Generación de alternativas de aprovechamiento y conservación de recursos naturales</p> | Población en territorios con recursos limitados | <p>Cuaternario</p> <p>Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)</p> | <p>Ambiental</p> <p>Social</p> <p>Económico</p> | <p>Responsabilidad ambiental</p> <p>Educación</p> | <p>Competitividad</p> <p>Recursos humanos</p> | <p>Aplicación de técnicas y conocimientos generados para el desarrollo social y económico</p> <p>Número de publicaciones</p> |