



Escamoles



Recolectores de insectos

Imágenes de Luis Antonio Tarango Arámbula

Estrategias de manejo y conservación de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano: perspectiva de actores clave

Edible insect management and conservation strategies in the Potosino-Zacatecano Highland: perspectives from key stakeholders

Humberto Romero-Jiménez, Luis Antonio Tarango-Arámbula*, Jorge Cadena-Íñiguez, Genaro Olmos-Dropeza

RESUMEN

En el Altiplano Potosino-Zacatecano, los insectos comestibles, como la hormiga escamolera, el gusano rojo y el gusano blanco del maguey, se extraen de manera continua y de forma no sostenible, desde hace 30 años pese a su importancia económica. El objetivo del presente estudio fue conocer las limitantes que amenazan la sostenibilidad de la actividad, y las estrategias de manejo y conservación que los recolectores proponen para las tres especies de insectos. Se obtuvo un diagnóstico general de esta actividad mediante entrevistas individuales a recolectores de la zona y se organizó un foro regional participativo en la actividad-recolección de insectos comestibles desde la perspectiva de actores clave. Se realizó un análisis de componentes principales y una agrupación jerárquica de las limitantes que amenazan la sostenibilidad de la recolección de las tres especies de insectos comestibles en la región, así como las estrategias necesarias para atenderlas. Entre las limitantes más relevantes destacaron el manejo inadecuado de nidos, la extracción clandestina, compradores diversos sin compromisos, ausencia de normativas y de regulación legal, y destrucción del maguey y nopal. Entre las estrategias prioritarias, destacaron las relacionadas con la gobernanza, como la normatividad legal, manejo estratégico de ganado y comités de vigilancia, con poca asociación con tecnología, certificación o educación ambiental, y aunque buscan un marco legal, no consideran las acciones que se asocian con las variables de sostenibilidad, las cuales no fueron altamente priorizadas por ningún grupo. Las actividades de reforestación, la gestión de centros de acopio y el establecimiento de cercos de exclusión de ganado no muestran una fuerte conexión con capacitaciones o certificaciones técnicas. Por lo que se requiere desarrollar programas de intervención, destinados a implementar las acciones prioritarias para garantizar la continuidad de esta actividad mediante mecanismos de regulación y control efectivos, y promover prácticas de manejo sostenible.

PALABRAS CLAVE: desarrollo rural, hormiga escamolera, gusano rojo, gusano blanco.

ABSTRACT

In the Potosino-Zacatecano Highlands, edible insects such as the escamolera ant, red maguey worm, and white maguey worm have been continuously harvested for the past 30 years. Although they hold significant economic value, their exploitation is unsustainable. The objective of this study was to identify the limitations threatening the sustainability of this activity and to explore management and conservation strategies proposed by the collectors for the three insect species. A general diagnosis was conducted through individual interviews to collectors, and a regional participatory forum was organized, focusing on the edible insect collection-activity from the perspective of key stakeholders. A principal component analysis and hierarchical clustering were carried out to classify the main limitations affecting the sustainable harvesting of these insects in the region as well as the strategies considered necessary to address them. The most significant limitations included inadequate nest management, illegal extraction, the presence of diverse and uncommitted buyers, lack of regulations and legal frameworks, and destruction of agave and prickly pear plants. Priority strategies were primarily associated with governance, including legal frameworks, livestock management, and the establishment of surveillance committees, as well as the adoption of technologies and the implementation of technical certification schemes. The production-related measures such as reforestation, the management of collection centers, and the installation of livestock exclusion fences were also emphasized. In contrast, conservation, social oversight, and monitoring activities linked to sustainable production practices were not identified as top priorities, despite being recognized as significant limiting factors. It is necessary to develop intervention programs involving key stakeholders, aimed at implementing actions identified as priorities to ensure the continuity of this activity through effective regulatory and control mechanisms, and to promote sustainable management practices.

KEYWORDS: rural development, escamolera ant, red worm, white worm.

*Correspondencia: ltarango@colpos.mx/ Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2024/ Fecha de aceptación: 13 de mayo de 2025/ Fecha de publicación: 17 de junio de 2025.

Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide núm. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, C. P. 78600.

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano Potosino-Zacatecano existen recursos naturales con gran valor ecológico y socioeconómico, esto último, por la derrama económica que deja su aprovechamiento (Pedroza y col., 2014). Sin embargo, la explotación comercial se realiza de manera no sostenible, lo que es particularmente preocupante para la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* M.) de la que se aprovechan las larvas, el gusano rojo de maguey (*Comadia redtenbacheri* H.) y el gusano blanco de maguey (*Aegiale hesperiaris* W.) (De-Luna y col., 2013), insectos comestibles que se extraen de manera continua desde hace 30 años (Briones y col., 2022).

La hormiga escamolera posee una capacidad de adaptación a diversos ambientes. Su dieta omnívora y vulnerabilidad biológica baja, la hacen resistente ecológicamente (Berumen y col., 2021). Sus colonias desarrollan hasta 5 caminos de forrajeo, cuyas distancias varían dependiendo del sustrato de interés, y anidan preferentemente en las raíces del maguey mezcalero (*Agave salmiana*) y diferentes variedades de *Yucca* spp (Rafael y col., 2017), también suelen anidar debajo de nopales, mezquites, alicoches e incluso en suelo desnudo (Romero y col., 2024b). Además de su importancia económica y ecológica, destaca por su valor nutricional, ya que sus larvas, denominadas escamoles, contienen proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, en concentraciones que dependen del tipo de vegetación (Cruz y col., 2018). Estas se recolectan a partir de la segunda quincena del mes de febrero, y su aprovechamiento, cuando se realiza de manera apropiada, se puede extender hasta el mes de junio. Sin embargo, debido al mal manejo de sus nidos, su aprovechamiento usualmente finaliza en mayo (Briones y col., 2022).

El gusano rojo está asociado al maguey mezcalero, el cual utiliza para completar su ciclo larvario, alimentándose de pencas y raíces, lo que generalmente conduce a la destrucción de la planta o a su desecación si no se extrae (García y col., 2023a). Su recolección, que ocurre en el periodo de agosto a octubre, du-

rante el periodo de lluvias, se realiza en magueyes con pencas amarillentas o rojizas y turgencia reducida (Briones y col., 2022). Esta función biológica natural del maguey, lo hace estratégico y esencial en la existencia de sistemas productivos tradicionales, que promueven la agrobiodiversidad y fortalecen la economía rural mediante el aprovechamiento de insectos comestibles alojados en su interior (Vega y col., 2023), pero a la vez, se enfrenta a un gran reto para su conservación a largo plazo, porque, adicionalmente, es explotado para sustentar la producción de mezcal y pulque, lo que obliga a desarrollar estrategias de conservación, diversificación y valorización del recurso (Figueredo y col., 2024).

El gusano blanco es recolectado sin mayor planeación (al igual que los escamoles y el gusano rojo) para su venta a compradores en los diferentes estados de la República Mexicana. Dicho recurso es nutricionalmente importante para los habitantes rurales (Ramos y Pino, 2001) e incrementa el ingreso económico a través de su aprovechamiento (Esparza y col., 2008). Sus larvas colonizan las pencas de los magueyes pulqueros o mezcaleros. La temporada de recolecta del gusano blanco abarca el periodo de mayo a agosto, pero cada vez es más difícil de encontrar sus larvas en las pencas de los magueyes que hospeda comúnmente, aquellos de entre 5 y 7 años, de pencas ricas en nutrientes (Ramos y col., 2006; Briones y col., 2022). Una vez que el insecto se desarrolla, la penca adquiere una marca de color café oscuro tostado. En la recolecta del gusano blanco, se utiliza un machete para cortar las pencas que presentan síntomas de presencia del gusano. Aunque no todas las pencas con síntomas tienen larvas (Miranda-Román y col., 2011), y cuando las tienen, éstas regularmente hospedan una o dos larvas, que son extraídas de los orificios del maguey con el apoyo de una espina de su penca (Viesca y col., 2012). Las larvas presentan una longitud de aproximadamente 5 cm y un color blanco opaco; su cabeza es de color café claro y pequeña (Miranda-Román y col., 2011).

Los escamoles, el gusano rojo y el gusano blanco, presentan un valor nutricional alto y la aceptación del consumidor por su exquisitez, lo que les confiere potencial agroindustrial, aunque limitado por su disponibilidad estacional (Ramos-Rostro y col., 2016). La cantidad de insectos que se recolecta ha disminuido a través del tiempo, debido a la sobreexplotación de las plantas de maguey, al sobrepastoreo y la afectación por depredadores que interfieren con el ciclo de vida de estos insectos (González y col., 2020).

El objetivo del presente estudio fue conocer los factores que limitan el aprovechamiento sostenible de los insectos comestibles, hormiga escamolera, gusano rojo y gusano blanco; así como las estrategias para su manejo y conservación; además de, determinar la priorización de acciones que permitan garantizar la continuidad de la actividad de recolecta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Comunidades rurales

Las comunidades rurales incluidas en el estudio se ubican en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, México. En una región caracterizada por condiciones semiáridas y un fuerte vínculo con actividades agropecuarias tradicionales, en donde el uso de suelo está dominado por la agricultura de temporal y la ganadería extensiva, de acuerdo a la Coordinación Estatal de Planeación (COEPLA, 2022). La vegetación predominante es el matorral xerófilo, combinado con pastizales y, en algunas áreas elevadas, la presencia de bosques de encino y pino, de acuerdo al Instituto Nacional para la Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED, 2020). Este arreglo ambiental influye directamente en las estrategias de aprovechamiento de los recursos naturales, incluyendo la recolección de insectos comestibles, que representa una actividad complementaria para diversas familias del Altiplano Potosino-Zacatecano (Figueroa y col., 2018). La variabilidad en el acceso a servicios y mercados relacionados al aprovechamiento agrícola y ganadero influye en las estrategias de subsistencia y la conservación de los ecosistemas, por lo que la tipifi-

cación de productores es clave para diseñar políticas y programas adecuados (Mendoza y col., 2019).

Primera fase

Durante febrero-marzo de 2024, se llevó a cabo el estudio, desarrollado con un enfoque cualitativo bajo un modelo de intervención social (Guzmán y col., 2018). Se aplicaron entrevistas individuales a actores clave de insectos comestibles del Altiplano Potosino-Zacatecano, para obtener un diagnóstico general de la actividad-recolecta de insectos comestibles (Tabla 1). Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo intencional, en el que se priorizó la experiencia de los recolectores en la actividad, y su influencia en las prácticas comunitarias, así como su involucramiento en la comercialización. En este proceso de selección se obtuvo el apoyo de la empresa Innovación en Desarrollo Forestal y Servicios Técnicos S. A. de C. V, la cual tiene un amplio conocimiento de la zona de estudio y de los recolectores. La invitación se llevó a cabo a través de contacto telefónico y personal, estableciendo previamente la disponibilidad de los actores clave para las entrevistas. No todos los invitados aceptaron participar, pero se buscó la representatividad de la muestra. Los entrevistados aportaron información sobre una o más especies del escamol, gusano rojo y gusano blanco, dependiendo de su actividad dentro de la recolección.

Briones y col. (2022) reportaron la existencia de 593 recolectores en 18 localidades del municipio de Pinos, Zacatecas. En este estudio se incluyeron recolectores de 7 de esas localidades, en donde existen 256 recolectores, lo que representa un 43.2 %. Se invitaron a 42 actores clave de 12 localidades de Zacatecas y San Luis Potosí, que tuvieran entre 5 años y 10 años de experiencia en la recolección, de los cuales aceptaron participar 31. Se aplicaron 74 encuestas directamente en sus domicilios: 31 para escamol, 22 gusano blanco y 21 para gusano rojo (Tabla 1). Se utilizó una entrevista semiestructurada con preguntas cerradas, de opción múltiple, con la

■ Tabla 1. Coordenadas centrales de las comunidades de los actores clave entrevistados, relacionados con la recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano.

Table 1. Central coordinates of the communities of the key stakeholders interviewed, related to the collection of edible insects in the Potosino-Zacatecano Highland.

Número de entrevistas	Insectos comestibles			Localidad	Estado	Coordenadas geográficas	
	Gusano rojo	Gusano blanco	Escamol			Latitud, N	Longitud, W
4	-	2	2	La Purísima del Salto	Zacatecas	22°27'25.2"	101°28'43.9"
13	4	3	6	El Tecomate	Zacatecas	22°32'03.0"	101°36'43.8"
4	2	1	1	Guadalupe de los Pozos	Zacatecas	22°20'57.2"	101°37'23.4"
6	1	2	3	Guadalupe Victoria	Zacatecas	22°27'25.2"	101°28'43.9"
7	2	-	5	Pámanes	Zacatecas	22°39'06.4"	101°57'19.1"
9	3	4	2	Pinos	Zacatecas	22°17'45.3"	101°34'39.4"
1	-	-	1	Salinas de Hidalgo	San Luis Potosí	22°37'38.7"	101°42'52.2"
8	2	2	4	San Juan Sin Agua	San Luis Potosí	22°31'32.1"	101°41'24.8"
6	3	2	1	Santiago	Zacatecas	22°27'25.2"	101°28'43.9"
5	3	1	1	Trinidad	Zacatecas	22°27'25.2"	101°28'43.9"
5	1	3	1	Villa Hidalgo	Zacatecas	22°23'31.96"	101°44'26.4"
6	-	2	4	Zacatal	Zacatecas	22°27'25.2"	101°28'43.9"
Total = 74	21	22	31				

finalidad de identificar las limitantes y estrategias de manejo y conservación en la actividad-recolecta de insectos comestibles. La semiestructuración de la entrevista permitió que los actores clave se expresaran en sus respuestas, por lo que estas duraron aproximadamente entre 20 min y 30 min por persona. Cada uno de los recolectores dio su consentimiento a usar sus respuestas y difundir la información; dicho consentimiento obra a través de la firma de cada una de las entrevistas.

Segunda fase

Para complementar las limitantes y estrategias de manejo y conservación identificadas en las entrevistas individuales de la primera fase, se organizó el Foro Regional de Recolectores de Insectos Comestibles, para delimitar y priorizar de manera grupal las estrategias de manejo y conservación de insectos comestibles. Este evento se realizó el día 24 de mayo de 2024, en las instalaciones del

Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí.

Al foro asistieron 35 actores clave de la actividad-recolecta de insectos comestibles, en su mayoría los que participaron en las entrevistas individuales. Adicionalmente, en el foro participó el comisariado de la comunidad de Pinos, Zacatecas, 3 estudiantes y 3 profesores del Colegio de Posgraduados del Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. También asistió un estudiante doctoral de la Universidad Autónoma de Zacatecas, un profesor del Instituto de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (USALP) y un estudiante Postdoctoral de la Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y Tecnología de la UASLP, todos ellos dedicados al estudio de insectos comestibles. Adicionalmente, asistieron tres acopiadores de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano.

Durante el desarrollo del foro se promovió la participación de todos los asistentes, permitiendo una visión integral de las problemáticas que enfrenta el sector y fomentando la generación de soluciones conjuntas. El foro regional se desarrolló en 3 etapas: 1) identificación de factores limitantes, 2) propuesta de estrategias de manejo y conservación y 3) priorización de acciones.

Para identificar los factores limitantes se empleó la técnica de lluvia de ideas y estimulación de la reflexión y el diálogo entre los recolectores. Los facilitadores (profesores), guiaron las discusiones asegurando que se cubrieran aspectos clave obtenidos de las entrevistas, como la disminución de la disponibilidad de insectos, la falta de apoyos institucionales y la pérdida del hábitat de dichas especies. Al final de esta etapa, cada uno de los actores clave identificó las limitantes más relevantes.

Para definir la propuesta de estrategias de manejo y conservación, se elaboró una lista de las limitantes, eliminando repeticiones, las cuales se presentaron a los participantes. Con la información de las limitantes, cada uno de los participantes colaboró en las estrategias de manejo y conservación de insectos comestibles, esta información se registró en un archivo Microsoft Excel, versión 16.0.

La matriz de priorización de acciones se construyó con la selección de las 5 limitantes y las 5 estrategias de manejo y conservación de cada uno de los participantes, las cuales, de acuerdo con su parecer, eran las más relevantes. Adicionalmente, en esta etapa se discutieron los próximos pasos, incluyendo la necesidad de formalizar acuerdos con las autoridades locales para dar seguimiento a las propuestas resultantes de este foro.

Análisis estadístico

Análisis de componentes principales (ACP)

Para reducir la variabilidad de la priorización de la percepción de los actores clave en tres ejes que explicaran la mayor varianza de las limitantes y estrategias identificadas en el

Foro Regional de Recolectores de Insectos Comestibles, se sometieron a un ACP (Pearson, 1901; Rentería y col., 2011). Esto, con el propósito de describir la mayor variación posible en menos dimensiones, minimizando la pérdida de información. Para ello, se utilizó el paquete estadístico XLSTAT, versión 2024.2.2. Se interpretó el biplot, que representa las agrupaciones distintivas de las limitantes y/o estrategias (variables activas), priorizadas por diferentes grupos de actores (P1, P2, P3, P4 y P5: observaciones activas) según sus intereses, de acuerdo a sus contextos institucionales, sociales y ecológicos. La vinculación entre ambos parámetros, a través de los patrones de asociación, indica que son limitantes y/o estrategias clave desde la perspectiva de los entrevistados, independientemente de su frecuencia expresada.

Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ)

Para determinar gráficamente disimilitudes o diferencias entre las limitantes, estrategias y su priorización, de acuerdo con la percepción de los actores clave, se analizaron dichas variables mediante un análisis de CAJ. Este análisis es de tipo multivariado, y logra minimizar un conjunto de datos grande y complejo a una pequeña cantidad de grupos de datos, llamados clúster, en donde los miembros de algunos de los grupos llegan a compartir características similares, por lo que se les denomina amalgamaciones (Lin y Chen, 2006). El análisis se realizó con el paquete estadístico XLSTAT versión 2024.2.2.

RESULTADOS

Características de la población estudiada

La mayoría de los actores clave involucrados en la recolección, que participaron en el foro, eran hombres (90.3 %). El 38.7 % de la muestra eran adultos de 52 a 84 años de edad, 45.12 % de 32 a 51 años y 16.1 % jóvenes de 19 a 31 años. El 6.4 % no contaba con estudios, 35.5 % cursó primaria, 48.4 % secundaria y 9.7 % preparatoria. Al ser la recolecta de insectos comestibles una actividad productiva complementaria, el 54.8 % manifestó de-

dicarse a la agricultura, 16.1 % a la construcción, 6.4 % a la ganadería, y 22.7 % a otras actividades económicas.

Diagnóstico de la actividad-recolecta

Alrededor del 60 % tenía más de 15 años dedicados a esta actividad y el 64.5 % operaba principalmente en tierras ejidales (Tabla 2).

El 97 % de los entrevistados manifestaron sentir que la producción de estos insectos ha disminuido a través del tiempo, debido principalmente al sobrepastoreo en las zonas de recolección (para ambos gusanos), por la presencia generalizada de ganado, especialmente bovino (para gusano rojo) y caprino (para los dos gusanos), así como, a las sequías (escamol y gusano rojo) y prácticas de manejo inadecuado de nidos (escamol).

La mayoría de los recolectores (61.3 %) no recibía apoyo gubernamental (Tabla 2). Los que manifestaron recibir algún tipo de apoyo era a través de acciones no relacionado con la actividad de recolecta de insectos comestibles. Esta falta de programas de financiamiento limita la implementación de estrategias sostenibles y la adaptación a los desafíos ambientales para la conservación del recurso y preservación la actividad.

Asimismo, en la Tabla 2 se muestran factores relacionados a los insectos y su hábitat, como los tipos de nido, tamaño de colonia, sustrato de anidación y forrajeo más habituales en el caso de la hormiga escamolera y características morfológicas de los gusanos y el agave hospedero, con el fin de comparar información reportada en estudios anteriores relacionados con los insectos comestibles y las diferencias de recolección y producción en otras áreas de aprovechamiento.

Limitantes identificadas

Se identificaron 14 limitantes en la actividad-recolecta de insectos comestibles. De estas, las más relevantes fueron, el manejo inadecuado de nidos (el cual solo aplica para el aprovechamiento del escamol) (31), la extrac-

ción clandestina (26), informalidad del mercado (compradores diversos sin compromisos) (17), ausencia de normativas y regularización legal (16) y destrucción del maguey y nopal (16), estas últimas afectando a las tres especies de insectos (Tabla 3).

Análisis de componentes principales (limitantes)

El ACP explicó el 95 % de la varianza acumulada. Las variables con los valores más significativos del Componente 1 (CP1) fueron: falta de control comprador/recolector/comisariado (0.868), destrucción del sustrato (maguey/nopal) (0.827) y conflictos ejidales (0.793). El CP2 refleja la competencia por los recursos naturales con otras actividades, como el sobrepastoreo (0.644), la agricultura, la extracción clandestina y la renta duplicada de la tierra, las tres con el mismo valor (0.523); y el CP3 muestra la ganadería (0.624) y la informalidad del mercado (0.496) y la ausencia de normativas y regularización legal (0.447) como factores significativos que también limitan la actividad (Tabla 3).

Agrupaciones de limitantes

Las limitantes se priorizaron en función de los diferentes grupos de actores (observaciones activas) (Figura 1). El eje horizontal (F1) explica el 48.77 % de la varianza total en los datos, ubicándolo como la dimensión más importante para entender las relaciones entre las limitantes y su priorización de acción. El lado derecho se asocia con conflictos locales y de organización; en tanto que el lado izquierdo lo está con el manejo inadecuado de los nidos. Este eje, se complementa con el eje F2 que explica el 24.67 % de la varianza, por lo que en conjunto explican más del 73 %. El segundo eje (F2) se encuentra relacionado con el uso intensivo de la tierra frente a actividades tradicionales, así como la extracción clandestina (lado izquierdo) y la falta de regulación o planificación (lado derecho).

La observación activa P1 se ubica en el cuadrante inferior izquierdo (elipse roja) y se relaciona con el manejo inadecuado de nidos;

■ Tabla 2. Diagnóstico de la recolecta de escamol, gusano rojo y gusano blanco en el Altiplano Potosino-Zacatecano.

Tabla 2. Diagnosis of the collection of escamol, red worm and white worm in the Potosino-Zacatecano Highland.

Variables	Categoría	Escamol		Gusano rojo		Gusano blanco	
		Menciones		Menciones		Menciones	
		n	%	n	%	n	%
Factores asociados a la producción							
Experiencia*	Mucha	18	58.1	11	52.4	15	68.2
	Poca	9	29.0	7	33.3	4	18.2
	Sin ella	4	12.9	3	14.3	3	13.6
Lugar de recolecta	Ejido	20	64.5	15	71.4	16	72.7
	Renta	10	32.3	6	28.6	6	27.3
	Propiedad privada	1	3.2				
Presencia de ganado	Sí	28	90.3	21	100	22	100
	No	3	9.7				
Tipo de ganado	Bovino	21	67.7	12	57.1	15	68.2
	Ovino	4	12.9	3	14.3	1	4.5
	Caprino	3	9.7	6	28.6	6	27.3
	No aplica	3	9.7				
Estatus de producción	Ha disminuido	29	93.5	21	100	22	100
	Se ha mantenido	2	6.5				
Causas de la disminución	Manejo inadecuado	15	48.4	3	14.3	1	4.5
	Sequías	7	22.6	4	19	9	40.9
	Sobre recolección	3	9.7	2	9.5	1	4.5
	Extracción furtiva	4	12.9	3	14.3	1	4.5
	Frío extremo	1	3.2				
	Sobrepastoreo	1	3.2	9	42.9	10	45.6
Estatus de recolectores	Ha aumentado	14	45.2	8	38.1	2	9.1
	Se ha mantenido	9	29.0	3	14.3	6	27.3
	Ha disminuido	8	25.8	10	47.6	14	63.6
Apoyo gubernamental	No	19	61.3	13	61.9	12	54.5
	Sí	12	38.7	8	38.1	10	45.5
Tipo de apoyo	No reciben	19	61.3	13	61.9	12	54.5
	Becas educativas	7	22.6	7	33.3	9	40.9
	Productivos	4	12.9	1	4.8	1	4.5
	Tercera edad	1	3.2				
Factores asociados a los organismos y su hábitat							
Tipo de nido	Tapón	13	41.9				
	Nuevo	13	41.9				
	Iguales	5	16.1				
Tamaño de colonia	Grande	31	100				

Continúa...

Sustrato de anidación	Magüey	15	48.4				
	Clavellina	5	16.1				
	Lechuguilla	4	12.9				
	Suelo	2	6.5				
	Nopal	3	9.7				
	Palma	1	3.2				
	Huizache	1	3.2				
Sustrato de forrajeo	Palma	12	38.7				
	Magüey	8	25.8				
	Nopal	7	22.5				
	Lechuguilla	2	6.5				
	Cardón	2	6.5				
Tamaño del magüey	Pequeño			2	9.5		
	Mediano			14	66.7	5	22.7
	Grande			5	23.8	17	77.3
Tamaño de las pencas	Mediano					8	36.4
	Grande					14	63.6
Coloración del magüey	Amarillo					11	50
	Naranja					7	31.8
	Café					4	18.2
	Amarilloso			12	57.1		
	Café			9	42.9		
Color del gusano rojo	Rojo			13	61.9		
	Rosado oscuro			8	38.1		

*Aunque todos tenían más de 5 años de experiencia se autocategorizaron en estas tres escalas.

en tanto que la observación activa P3, que aunque está agrupada también a esta variable activa, se encuentra cercana a las variables de ganadería y la destrucción del sustrato (magüey y nopal) (elipse azul), que los colectores consideran factores que afectan los nidos y la colección de los gusanos. En la parte superior izquierda se encuentra P2 (elipse amarilla), asociada al sobrepastoreo y la extracción clandestina que afectan la producción y la rentabilidad. En el cuadrante opuesto (elipse azul) se encuentra P4, que está asociada a variables como la falta de control en la recolección, conflictos ejidales y falta de control comprador/recolector/comisariado. En la parte superior derecha (elipse verde) se ubica P5, asociada a la ausencia de normativas y horarios de recolecta inadecuados.

Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica para limitantes (CAJ)

La CAJ para las limitantes conformó dos clústeres. El clúster 1 señala un problema especí-

fico y grave, como lo es el manejo inadecuado de nidos (hormiga escamolera), que requiere un tratamiento puntual y diferenciado, mientras que el clúster 2 agrupa un conjunto de limitantes interconectadas, que afectan la recolección debido a factores externos como la gestión del territorio, las normativas insuficientes y los aspectos socioeconómicos (Figura 2).

Estrategias de manejo y conservación propuestas

Los actores clave en la actividad-recolecta de insectos comestibles priorizaron un total de 21 estrategias, siendo las más frecuentes la reforestación (18), control en la compra-venta (16), comunicación y organización ejidal (14), herramientas adecuadas (14) y conformación de comités de vigilancia (13) (Tabla 4).

Análisis de componentes principales (estrategias de manejo y conservación)

El ACP explicó el 95 % de la varianza acumulada. Las variables más sobresalientes del

■ Tabla 3. Limitantes identificadas desde la perspectiva de actores clave en la recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano y varianza acumulada con relación a los tres componentes principales.

Table 3. Limitations identified from the perspective of key stakeholders in the collection of edible insects in Potosino-Zacatecano Highland and accumulated variance in relation to the three main components.

	Limitantes	Identificador	No. menciones	Varianza acumulada		
				CP1	CP2	CP3
1	Manejo inadecuado de nidos	ImHand	31	0.604	0.099	0.278
2	Extracción clandestina	ClanExt	26	0.145	0.523	0.309
3	Informalidad del mercado	BuyWoCm	17	0.154	0.342	0.496
4	Ausencia de normativas y regularización legal	AbsReg	16	0.406	0.120	0.447
5	Destrucción del sustrato (maguey/nopal)	SubsDest	16	0.827	0.039	0.006
6	Horarios de recolecta inadecuados	InappSh	15	0.775	0.083	0.028
7	Falta de control comprador/recolector/comisariado	BuColCon	11	0.868	0.020	0.105
8	Sobrepastoreo	Ovrgrz	10	0.089	0.644	0.245
9	Ausencia reglamentación interna	AbsInReg	10	0.650	0.011	0.112
10	Conflictos ejidales	EjidConf	7	0.793	0.002	0.204
11	Ausencia de control en la recolecta	ContLac	6	0.653	0.199	0.048
12	Ganadería	CattRai	4	0.037	0.328	0.624
13	Agricultura	Agric	3	0.413	0.523	0.064
14	Renta duplicada de la tierra	DupliRen	3	0.413	0.523	0.064

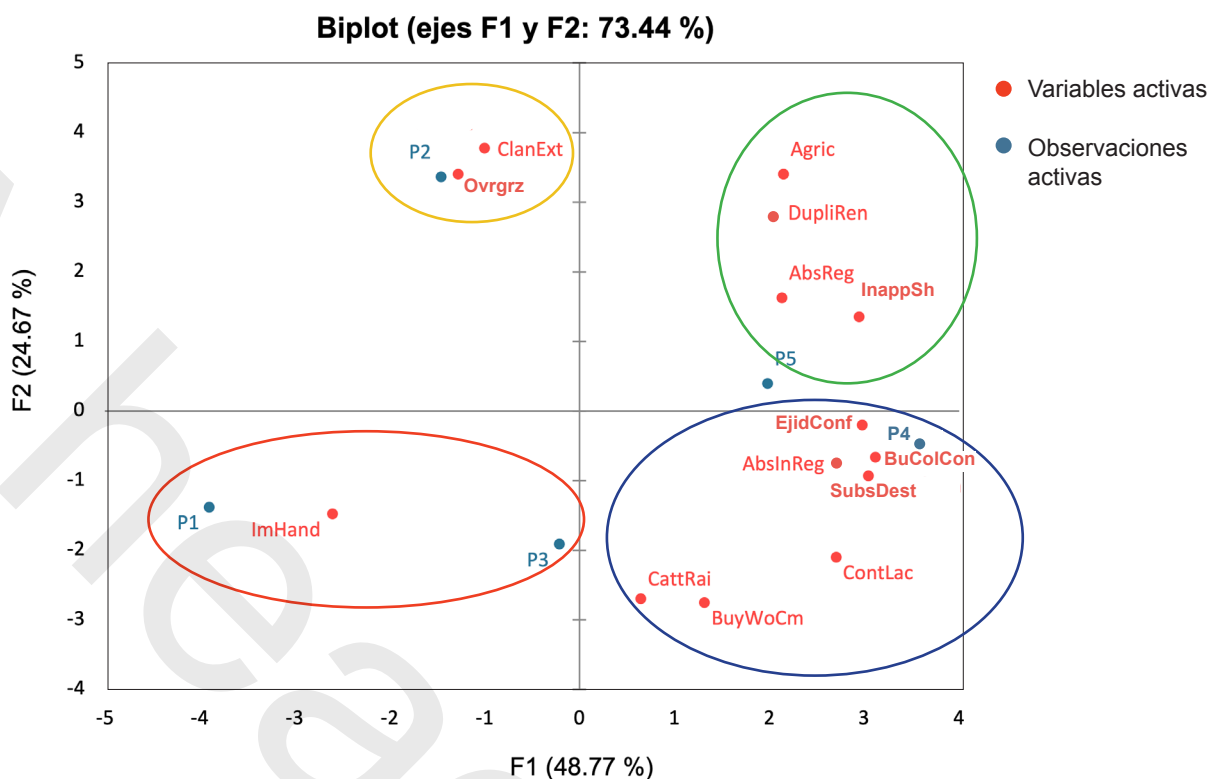
Componente 1 (CP1) son diagnósticos ambientales (0.913), centros de acopio (0.805), cercos de exclusión y paquetes tecnológicos (0.774 cada una) y comunicación y organización ejidal (0.747); en el CP2 son control y monitoreo de nidos (0.888), compromiso ambiental (0.843) y reforestación (0.620). Asimismo, las variables más significativas del CP3 son control de compra-venta (0.753), certificación técnica (0.581) y actividad turística (0.387) (Tabla 4).

Agrupación de estrategias

Las estrategias se priorizaron en función de los diferentes grupos de actores (observaciones activas) (Figura 3). El primer eje (F1) explica el 38.12 % de la varianza total en los datos, porcentaje similar al del eje F2, con 31.85 %, por lo que las dos dimensiones tienen una importancia cercana para entender

las relaciones entre las estrategias y su priorización de acción. El eje F1, en el lado derecho destaca estrategias centradas en el fortalecimiento institucional y organizativo, como la comunicación y organización ejidal. En tanto que, el lado izquierdo se relaciona con la legalidad. El segundo eje (F2), en el lado derecho destaca la organización y compromiso entre los compradores/recolectores y vigilancia regional, en tanto que, el lado izquierdo agrupa estrategias relacionadas con el conocimiento técnico y la educación ambiental, como capacitaciones y certificaciones técnicas.

El biplot delimita cuatro grandes grupos ubicados en sus respectivos cuadrantes en donde se reflejan perfiles distintos de interés por parte de los participantes, distribución que pone de relieve cómo los diferentes actores



ImHand: Manejo inadecuado de nidos; ClanExt: Extracción clandestina; BuyWoCm: Informalidad del mercado; AbsReg: Ausencia de normativas y regularización legal; SubsDest: Destrucción del sustrato (maguey/nopal); InappSh: Horarios de recolecta inadecuados; BuColCon: Falta de control comprador/recolector/comisariado; Ovrgrz: Sobrepastoreo; AbsInReg: Ausencia reglamentación interna; EjidConf: Conflictos ejidales; ContLac: Ausencia de control en la recolecta; CattRai: Ganadería; Agric: Agricultura; DupliRen: Renta duplicada de la tierra.

■ **Figura 1. Contribución porcentual de la varianza acumulada de las limitantes, con relación a su priorización (P1, P2, P3, P4, P5).**

Figure 1. Percentage contribution of the cumulative variance of the identified limitations in relation to their prioritization (P1, P2, P3, P4, P5).

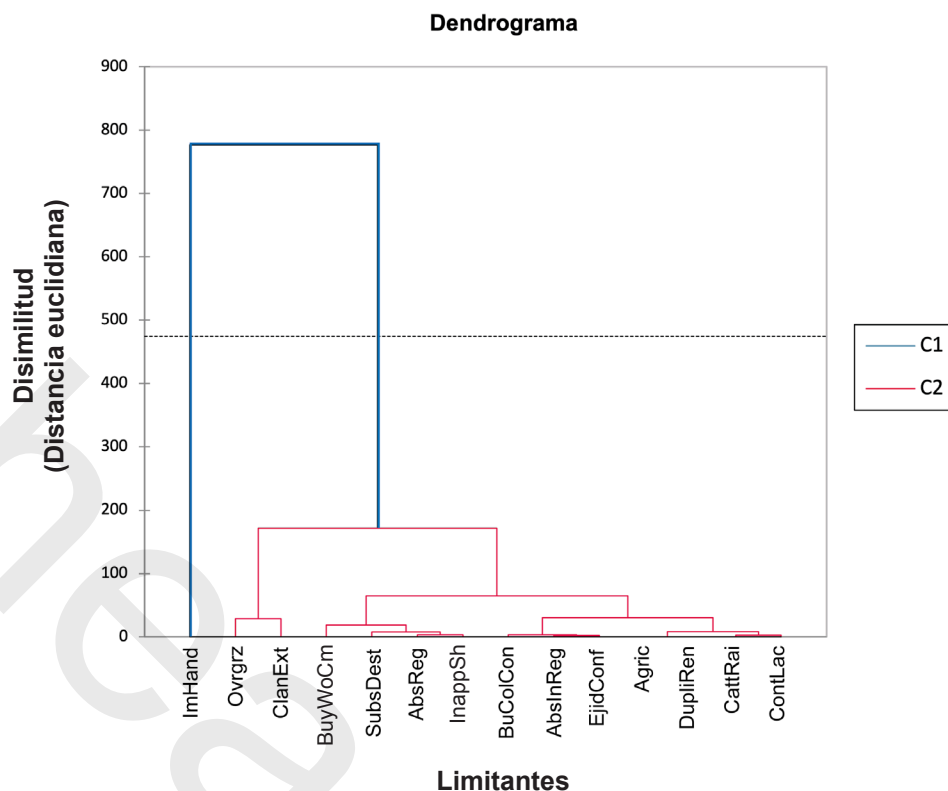
priorizan estrategias según sus contextos y capacidades únicas.

En el cuadrante superior izquierdo (elipse amarilla), se muestra una agrupación que incluye variables como tecnologías certificadas, transferencia tecnológica y educación ambiental. Este cuadrante está fuertemente vinculado a los grupos P2 y P3, sugiriendo un perfil caracterizado por una alta adopción de tecnologías certificadas y transferidas. Estos grupos se encuentran claramente separados de los demás, lo que indica un enfoque en actividades impulsadas por la tecnología en lugar de la gestión o conservación ambiental directa (cuadrante opuesto). Aunque muestran

interés en la educación ambiental, sus prioridades se inclinan hacia la formación para el uso de tecnologías en lugar de actividades prácticas como la reforestación.

En el cuadrante superior derecho (elipse roja) se engloban actividades de conservación, control social y vigilancia, que se agrupan estrechamente, lo que indica una correlación positiva entre ellas. Aunque las variables representan en conjunto un perfil ideal para prácticas sostenibles, no fueron altamente priorizadas por ningún grupo.

En el cuadrante inferior izquierdo (elipse azul) se observan variables definidas por un enfo-



ImHand: Manejo inadecuado de nidos; Ovrgrz: Sobrepastoreo; ClanExt: Extracción clandestina; BuyWoCm: Informalidad del mercado; SubsDest: Destrucción del sustrato (maguey/nopal); AbsReg: Ausencia de normativas y regularización legal; InappSh: Horarios de recolecta inadecuados; BuColCon: Falta de control comprador/recolector/comisariado; AbsInReg: Ausencia reglamentación interna; EjidConf: Conflictos ejidales; Agric: Agricultura; DupliRen: Renta duplicada de la tierra; CattRai: Ganadería; ContLac: Ausencia de control en la recolecta.

■ **Figura 2. Clusterización Aglomerativa Jerárquica para las limitantes identificadas por los actores clave en la actividad-recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano.**

Figure 2. Hierarchical Agglomerative Clustering for the limitations identified by key stakeholders in the edible insect harvesting-activity in the the Potosino-Zacatecano Highland.

que en aspectos legales, manejo estratégico del ganado y comités de vigilancia, alineándose con el grupo P1. Este grupo exhibe un perfil orientado hacia la gobernanza legal de recursos y el manejo ambiental práctico, pero con poca asociación con tecnología, conservación, o educación ambiental, y aunque buscan un marco legal, no consideran las acciones que se asocian con la sostenibilidad (cuadrante opuesto).

En el cuadrante inferior derecho (elipse verde) se observan actividades de reforestación, gestión, centros de acopio, cercos de exclusión de ganado y diagnósticos ambientales, asociadas con los grupos P4 y P5. Los interesados en estas acciones podrían estar uti-

lizando tecnologías específicas (TecPac), pero no muestran una fuerte conexión con capacitaciones o certificaciones técnicas (cuadrante superior izquierdo).

Análisis de clusterización jerárquica (ACJ) para las estrategias propuestas

Los resultados del ACJ para los datos de las estrategias propuestas de los actores clave, evidencian la conformación de tres clústeres. El primer clúster se enfoca en la gestión y capacitación técnica, con propuestas como normatividad legal, manejo estratégico del ganado y comités de vigilancia. El segundo clúster destaca estrategias de conservación y organización comunitaria, como la reforestación, organización ejidal y control de

■ Tabla 4. Estrategias de manejo y conservación propuestas por actores clave en la recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano y varianza acumulada con relación a los tres componentes principales.

Table 4. Management and conservation strategies proposed by key stakeholders in the collection of edible insects in the Potosino-Zacatecano Highland and accumulated variance in relation to the three main components.

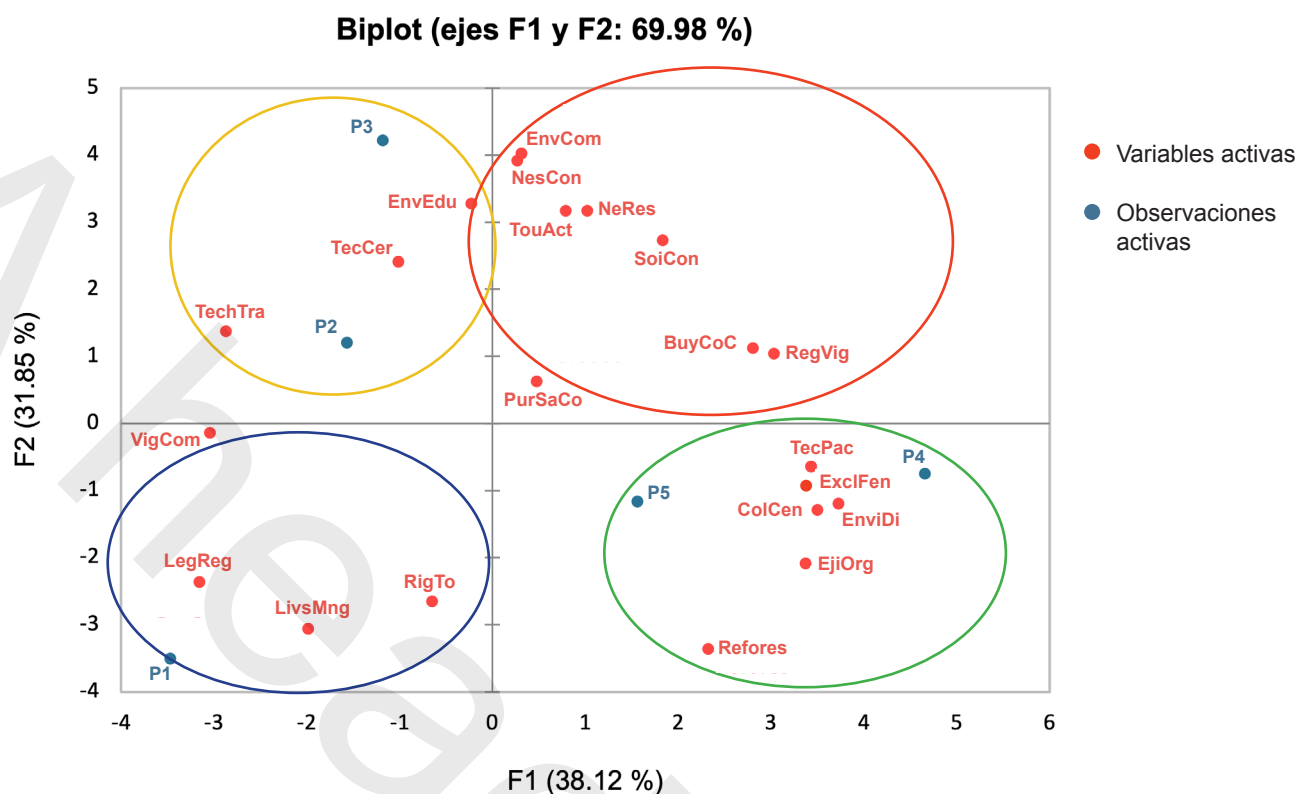
	Estrategias	Identificador	Frecuencia	Varianza acumulada		
				CP1	CP2	CP3
1	Reforestación	Refores	18	0.355	0.620	0.000
2	Control compra/venta	PurSaCo	16	0.015	0.022	0.753
3	Comunicación y organización ejidal	EjiOrg	14	0.747	0.239	0.003
4	Herramientas adecuadas	RigTo	14	0.028	0.386	0.367
5	Comités de vigilancia	VigCom	13	0.608	0.001	0.058
6	Normatividad legal	LegReg	12	0.655	0.307	0.002
7	Descanso de nidos/agaves	NeRes	10	0.068	0.551	0.380
8	Capacitaciones técnicas	TechTra	9	0.541	0.103	0.201
9	Manejo estratégico del ganado	LivsMng	8	0.259	0.515	0.165
10	Compromiso comprador/recolector	BuyCoC	8	0.516	0.069	0.205
11	Conservación del suelo	SoiCon	7	0.221	0.410	0.367
12	Educación ambiental	EnvEdu	7	0.003	0.590	0.382
13	Vigilancia regional	RegVig	7	0.605	0.059	0.113
14	Control y monitoreo de nidos	NesCon	6	0.006	0.888	0.079
15	Diagnósticos ambientales	EnviDi	5	0.913	0.078	0.002
16	Cercos de exclusión	ExclFen	4	0.774	0.023	0.143
17	Compromiso ambiental	EnvCom	4	0.005	0.843	0.041
18	Certificación técnica	TecCer	4	0.068	0.318	0.581
19	Paquetes tecnológicos	TecPaq	4	0.774	0.023	0.143
20	Actividad turística	TouAct	3	0.041	0.552	0.387
21	Centros de acopio	ColCen	2	0.805	0.091	0.001

la compra-venta. Finalmente, el tercer clúster agrupa propuestas variadas que incluyen la conservación del suelo, la educación ambiental y la cooperación entre actores. Estos enfoques buscan fortalecer tanto la sostenibilidad ambiental como la eficiencia en la recolección (Figura 4).

DISCUSIÓN

El diagnóstico de la actividad-recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-

Zacatecano reveló la disminución en la producción de estas especies; así como las causas, atribuidas por los actores clave, las cuales resaltan la urgencia de adoptar prácticas de manejo sostenible en las zonas de recolección. La dependencia de técnicas tradicionales, aunque beneficiosa en muchos casos, puede no ser suficiente ante las presiones externas que enfrenta el medio ambiente, como el cambio climático o la expansión ganadera y agrícola (Mendoza y col., 2019).



Refores: Reforestación, PurSaCo: Control compra/venta, EjiOrg: Comunicación y organización ejidal, Rigto: Herramientas adecuadas, VigCom: Comités de vigilancia, LegReg: Normatividad legal, NeRes: Descanso de nidos/agaves, TechTra: Capacitaciones técnicas, LivsMng: Manejo estratégico del ganado, BuyCoC: Compromiso comprador/recolector, SoiCon: Conservación del suelo, EnvEdu: Educación ambiental, RegVig: Vigilancia regional, NesCon: Control y monitoreo de nidos, EnviDi: Diagnósticos ambientales, ExclFen: Cercos de exclusión, EnvCom: Compromiso ambiental, TecCer: Certificación técnica, TecPac: Paquetes tecnológicos, TouAct: Actividad turística, ColCen: Centros de acopio.

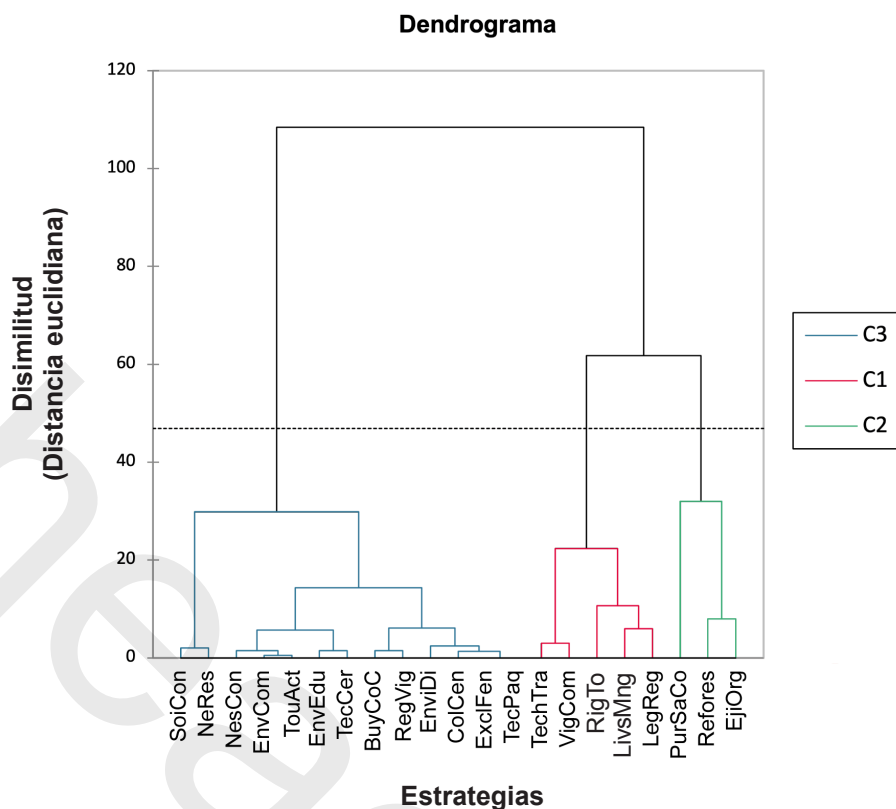
■ **Figura 3. Contribución porcentual de la varianza acumulada de las estrategias de conservación con relación a su priorización.**

Figure 3. Percentage contribution of the cumulative variance of conservation strategies in relation to the prioritization.

De acuerdo a la información obtenida de las entrevistas individuales y el hecho de que la mayor parte de la recolección ocurra en ejidos, destaca la importancia de la gestión comunal de sus recursos naturales. Sin embargo, sin el apoyo técnico y financiero adecuado, estos espacios pueden sufrir de sobreexplotación, especialmente cuando las regulaciones locales no son lo suficientemente estrictas o cuando no se implementan prácticas de regeneración adecuadas en zonas áridas y semi-áridas (Tarango, 2005). Además, la presencia significativa de ganado en las zonas de recolección subraya la competencia entre el uso

del suelo para la ganadería y la preservación de los ecosistemas, lo que ha sido documentado como una causa clave en la degradación de los hábitats nativos (Esparza y col., 2008; Hernández y col., 2017).

Asimismo, el apoyo productivo gubernamental limitado hacia los recolectores plantea preguntas sobre la viabilidad a largo plazo de esta actividad. Sin la intervención adecuada, es probable que la producción siga disminuyendo, lo que afectaría la economía local y la biodiversidad. Algunos estudios han señalado la importancia de políticas públicas enfoca-



SoiCon: Conservación del suelo; NeRes: Descanso de nidos/agaves; NesCon: Control y monitoreo de nidos; EnvCom: Compromiso ambiental; TouAct: Actividad turística; EnvEdu: Educación ambiental; TecCer: Certificación técnica; BuyCoC: Compromiso comprador/recolector; RegVig: Vigilancia regional; EnviDi: Diagnósticos ambientales; ColCen: Centros de acopio; ExclFen: Cercos de exclusión; TecPaq: Paquetes tecnológicos; TechTra: Capacitaciones técnicas; VigCom: Comités de vigilancia; RigTo: Herramientas adecuadas; LivsMng: Manejo estratégico del ganado; LegReg: Normatividad legal; PurSaCo: Control compra/venta; Refore: Reforestación; EjiOrg: Comunicación y organización ejidal.

■ **Figura 4. Clusterización Aglomerativa Jerárquica para las estrategias de conservación registradas de los actores clave en la actividad-recolecta de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano.**

Figure 4. Hierarchical Agglomerative Clustering for the conservation strategies documented from key stakeholders in the edible insect harvesting-activity in the Potosino-Zacatecano Highland.

das en programas productivos y de capacitación, que no solo proporcionen recursos, sino que también fomenten la adopción de prácticas sostenibles (Ramos y col., 2006). La implementación de incentivos efectivos podría mejorar tanto la producción como la sostenibilidad del entorno en el que se desarrolla esta actividad.

De acuerdo a los factores asociados a los insectos y su hábitat, en el caso de la hormiga escamolera, se señala que, los tamaños de colonia con mayor producción son las colonias grandes, asimismo el sustrato de ani-

dación más habitual es el maguey (*A. salmiana*) y el sustrato de forrajeo es la palma (*Yucca* spp), lo que concuerda con lo reportado por (Romero y col., 2024b), quienes señalaron que el maguey fue el sustrato preferido por *L. apiculatum* para anidar, asimismo, indicaron que las colonias con más producción son las grandes. Rafael y col. (2017), resaltaron que el sustrato de forrajeo preferido por esta especie es la *Yucca* spp (el cual coincide por lo reportado por los actores clave en las entrevistas) y que la relación entre el sustrato de anidación y el sustrato de forrajeo implica un mayor esfuer-

zo de las hormigas, debido a que recorre largas distancias para forrajear en *Yucca* spp, ya que, aunque exista un mayor volumen de alimento, su densidad poblacional es menor.

Los resultados del Foro Regional de Recolectores de Insectos Comestibles revelaron diversas limitantes que afectan significativamente la sostenibilidad y el desarrollo de esta actividad en la región. El manejo inadecuado de nidos, identificado como la prioridad principal, es un reflejo directo de la falta de capacitación y conocimiento técnico de los recolectores sobre prácticas de conservación. Este problema es común, y el manejo inadecuado de los insectos comestibles no solo afecta su regeneración natural, sino que también pone en riesgo la biodiversidad de los ecosistemas locales (Berumen y col., 2021). La extracción clandestina ocurre en las tierras ejidales y privadas, como un reflejo de la carencia de regulaciones y falta de supervisión en las áreas de recolección (De-Luna y col., 2013). La ausencia de una normativa legal clara y efectiva coincide con investigaciones previas que sugieren que la falta de un marco legal sólido facilita la explotación ilegal de los recursos naturales (Hernández, 2021). Este problema se agrava por la destrucción de componentes del hábitat clave para el desarrollo de las poblaciones de insectos comestibles como lo es el maguey y el nopal, plantas que proporcionan un entorno esencial para muchas de esas especies. La transformación de estos hábitats, ya sea por expansión agrícola o sobrepastoreo advierte que la degradación de los ecosistemas afecta directamente la disponibilidad de insectos, poniendo en riesgo la viabilidad de dicha práctica (Cruz y col., 2014; García y col., 2023b). Investigaciones previas han señalado que la combinación de factores ambientales, como la baja precipitación, cambios en el uso de la tierra y las prácticas inadecuadas de manejo pueden tener un impacto devastador en la capacidad de recuperación de los ecosistemas que sostienen esta actividad (Berumen y col., 2021; Romero y col., 2024a).

Además, la falta de compromiso por parte de los compradores y la desorganización entre recolectores, compradores y comisariados revelan una falta de coordinación en la cadena de valor, lo que limita el desarrollo de un mercado estable y justo para los recolectores, quienes a menudo trabajan en condiciones desfavorables (Soto, 2021). La fragmentación de esta cadena y la ausencia de acuerdos formales afectan tanto la eficiencia en el uso de recursos como la sostenibilidad del comercio (Tumbaco y col., 2022). Es esencial controlar dichos factores y revalorizar cada eslabón de la cadena para asegurar beneficios sostenibles a corto y largo plazo.

Otra limitante es la ausencia de regulación interna en las comunidades, reflejada en la falta de normas claras sobre tiempos, métodos y límites de recolección. Sin estos mecanismos, surgen conflictos y prácticas insostenibles, como horarios inadecuados de recolección que perjudican el ciclo de vida y las colonias de los insectos. La implementación de acuerdos comunitarios en cadenas de valor con enfoque agrícola resulta clave para fortalecer la economía regional y mejorar el bienestar de los productores rurales (Alviarez, 2021). En el Altiplano Potosino-Zacatecano, el aprovechamiento de insectos comestibles enfrenta desafíos como el cambio climático, la degradación de recursos naturales y las demandas del mercado, lo que requiere una organización comercial más eficiente. Políticas orientadas a mejorar la infraestructura, promover la innovación, proteger los derechos de propiedad intelectual y capacitar a los trabajadores son esenciales para integrar dicha actividad en cadenas de valor y fortalecer su sostenibilidad económica y cultural (Cavallo y Powell, 2021: 120).

Las limitantes como los conflictos por las rentas de los ejidos y la ausencia de control en la recolección reflejan la complejidad socioeconómica que subyace en la actividad recolectora. Estos factores no solo ponen en riesgo el recurso natural, sino que también fracturan las relaciones sociales dentro de

las comunidades rurales, lo que dificulta aún más la implementación de estrategias de manejo sostenible. La literatura sugiere que los modelos de intervención participativa, como los foros comunitarios, pueden ser un primer paso importante para alinear intereses y generar soluciones locales viables (Cárdenas y col., 2021).

Asimismo, el Foro Regional de Recolectores de Insectos Comestibles fue un medio para identificar diversas estrategias de conservación para el aprovechamiento de estas especies. Sin embargo, la estrategia de reforestación fue la más destacada, lo cual indica una clara preocupación por la degradación de los ecosistemas locales, en donde la pérdida de la cubierta vegetal trae consigo una reducción de la infiltración del agua y una pérdida de la biodiversidad. Por ello, la restauración de áreas degradadas, especialmente aquellas relacionadas con la destrucción del maguey y nopal, es crucial para revitalizar los hábitats que sostienen estas especies. El cambio climático, y el uso irracional del agua y del suelo, demandan continuamente acciones de reforestación (Urías y col., 2023).

Los cambios recurrentes en el precio de cada uno de los insectos comestibles, es una preocupación; por ello, los recolectores consideran que debe existir una regulación en el comercio de insectos comestibles, debido a que actualmente el precio lo establece el comprador, ocasionando un mercado inestable y condiciones laborales desiguales entre los recolectores (Briones y col., 2022). Un control más estricto sobre la venta y compra de estos productos podría estabilizar los precios y mejorar las condiciones de vida de los recolectores y sus familias.

La gestión colectiva de la actividad-recolecta de insectos comestibles, a través de la comunicación, la organización ejidal y la constitución de comités de vigilancia son esenciales para los actores clave, no obstante, la crisis actual en México, visible en los sistemas de salud, económico y político, ha puesto al desa-

rollo comunitario en un segundo plano frente a otras prioridades emergentes (Quiroz, 2021). Estos componentes son clave para fortalecer la gobernanza participativa y la toma de decisiones colaborativas, permitiendo un manejo sostenible de los recursos naturales y previniendo la extracción clandestina, que amenaza la sostenibilidad de dicha actividad. En este contexto, las zonas rurales, con su riqueza de conocimientos y experiencias, requieren una intervención eficiente y pertinente desde los ámbitos público y privado, para revalorar lo rural y fortalecer el papel de los campesinos en el desarrollo territorial y la conservación de los recursos (Jurado, 2022).

Como se ha descrito, son diversas las prioridades tendientes a realizar un aprovechamiento mejor de los insectos e incluye el diseño y uso de herramientas adecuadas y la aplicación de una normatividad legal apropiada. La creación de un marco legal ayudaría a proteger los ecosistemas y a mantener los ingresos económicos de los recolectores; además, evitaría la sobreexplotación y promovería prácticas sostenibles a largo plazo (Ramos y col., 2006; Berumen y col., 2021). A esta iniciativa se suma la necesidad de capacitación técnica, que permitiría a los recolectores adquirir habilidades para optimizar los procesos de extracción, minimizar los daños a las poblaciones de insectos y sus hábitats y mejorar la calidad del producto recolectado (Ramos y col., 2006). Para el caso del gusano blanco y rojo, el reto es mantener sus plantas hospedantes, específicamente los agaves.

Para la hormiga escamolera, el reto es cuidar y manejar adecuadamente sus nidos y colonias, e incrementar su producción, así como mantener sus sustratos de anidación y forrajeo. Sin duda, el descanso de nidos tendrá un efecto positivo en la producción e ingreso económico, el reto es convencer a todos los recolectores sobre esta iniciativa. Cabe señalar que no existen estudios sobre el descanso de nidos y su impacto en la producción, tampoco sobre el manejo estratégico del ganado en los sitios de recolecta de insectos comesti-

bles. Al respecto, se considera que la rotación de potreros es una estrategia clave en el manejo ganadero que optimiza el uso del forraje, mejora la calidad del pasto, previene el sobrepastoreo, maximiza la productividad, asegura la viabilidad a largo plazo del sistema ganadero y promueve la sostenibilidad del suelo (Senra, 1996; Senra y col., 2005). Adicionalmente, se ha establecido que las variaciones en el clima y el sobrepastoreo conllevan cambios en la estructura y en el funcionamiento de los ecosistemas, influyendo en la composición de las comunidades vegetales (Eltoum y col., 2015) y en la disponibilidad de sustratos hospedantes, forrajeros y de anidación para los insectos (Romero y col., 2024b).

El ACP sugiere que la falta de acuerdos formales y la competencia por el uso de tierras, combinados con la inexistencia de regulaciones claras, están socavando la actividad de aprovechamiento de insectos comestibles. Es evidente que los factores internos (falta de coordinación entre actores) y factores externos (sobrepastoreo y agricultura) limitan el potencial sostenible de dicha práctica. Se enfatiza que, para abordar estos desafíos, es crucial establecer normativas claras y fomentar una mayor cooperación entre los actores involucrados, además de implementar estrategias que promuevan un mercado más formal

y comprometido con la preservación de los ecosistemas.

CONCLUSIONES

La recolección de insectos comestibles en el Altiplano Potosino-Zacatecano enfrenta diversas limitantes. Para garantizar su continuidad, es fundamental fortalecer la regulación, promover la colaboración entre actores clave y mejorar las prácticas de manejo. La combinación de estos esfuerzos y la intervención social con actores clave en la actividad, permitirá mitigar los impactos negativos, asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos naturales y con ello el desarrollo de las comunidades rurales. En conjunto, las estrategias referidas, relacionadas con la actividad-recolecta de insectos comestibles requieren de un enfoque holístico que integre aspectos sociales, económicos y ambientales. Las soluciones sostenibles en la gestión de los insectos comestibles deben involucrar no solo la protección del recurso en sí, sino también la creación de estructuras de gobernanza, mercado y educación que fortalezcan la cohesión comunitaria y aseguren la viabilidad a largo plazo de esta actividad.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declararon no tener conflictos de intereses de ningún tipo.

REFERENCIAS

- Alviarez, V. (2021). Cómo impulsar las cadenas de valor en un mundo afectado por la pandemia. Blogs BID Mejorando Vidas. [En línea]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/como-impulsar-las-cadenas-de-valor-en-un-mundo-afectado-por-la-pandemia/>. Fecha de consulta: 15 de enero de 2025.
- Berumen, M., Valdez, R. D., Méndez, S. J., Cadena, J., Esparza, A. y Tarango, L. A. (2021). Determinación del estado de conservación de la hormiga “escamolera” (*Liometopum apiculatum* Mayr) en México por el método de evaluación de riesgo – MER. *Agrociencia*, 55, 539-535. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v55i6.2558>
- Briones, J. A., Tarango, L. A., Velázquez, A., Reyes, V. J., & Salazar, M. A. (2022). Edible insect harvest in Pinos, Zacatecas, Mexico. *Agroproductividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i6.2275>
- Cárdenas, B. J., Tapia, J. I., Herrera, B. y Arcenales, A. S. (2021). La Intervención social durante el trabajo comunitario: Una guía para el desarrollo. *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 954-965. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1740>
- Cavallo, E. y Powell, A. (2021). Oportunidades para un mayor crecimiento sostenible tras la pandemia. Banco Interamericano de Desarrollo -Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe 2021. [Archivo PDF]. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v20i1.1962>

//publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-macroeconomico-de-America-Latina-y-el-Caribe-2021-Oportunidades-para-un-mayor-crecimiento-sostenible-tras-la-pandemia.pdf. Fecha de consulta: 15 de enero de 2025.

COEPLA, Coordinación Estatal de Planeación (2022). Fichas municipales, Pinos. Gobierno del Estado de Zacatecas. [En línea]. Disponible en: <https://coepla.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2022/03/Pinos.pdf>. Fecha de consulta: 18 de marzo de 2023.

Cruz, J. D., Crosby, M. M., Delgado, A., Alcántara, J. L., Cuca, J. M., & Tarango, L. A. (2018). Nutritional content of *Liometopum apiculatum* Mayr larvae ("escamoles") by vegetation type in north-central Mexico. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(4), 1239-1245. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.09.008>

Cruz, J. D., Tarango, L. A., Alcántara, J. L., Pimentel, J., Ugalde, S., Ramírez, G., & Méndez, S. J. (2014). Habitat use by the "Escamolera" ant (*Liometopum apiculatum* Mayr) in central Mexico. *Agrociencia*, 48(6), 569-582.

De-Luna, B., Macías, F. J., Esparza, G., León, E., Tarango, L. A. y Méndez, S. D. J. (2013). Recolección de insectos comestibles en Pinos Zacatecas: descripción y análisis de la actividad. *Agroproductividad*, 6(5). 35-44. <https://link.gale.com/apps/doc/A382430306/IFME?u=anon~a80cbfce&sid=google-scholar&xid=09fb5745>

Eltoum, M. A., Dafalla, M. S., & Ibrahim, I. S. (2015). The Role of Ecological factors in causing land surface desertification, the case of Sudan. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 4(3), 105-16.

Esparza, G., Macías, F. J., Martínez, M., Jiménez, M. A. y Méndez, S. J. (2008). Insectos comestibles asociados a las magueyerías en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 42(2), 243-252.

Figueredo, C. J., Arce, O. y Castañeda, A. (2024). Diversidad de agaves utilizados para la producción de jarabe de aguamiel en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica*, (58), 265-290. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.58.19>

Figueroa, B., Ugalde, S., Pineda, F. E., Ramírez, G., Figueroa, K. A. y Tarango, L. A. (2018). Producción de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr 1870) y su hábitat en el Altiplano Potosino-Zacatecano, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(2), 235-245. <https://www.scielo.org.mx>

/scielo.php?pid=S1870-54722018000200235&script=sci_arttext

García, M. A., Figueredo, C. J., Bucio, R. y Leonel-Cruz, A. L. (2023a). Los Chinicuiles o gusanos rojos del maguey: Alimento de origen prehispánico amenazado por su sobreexplotación. *Biología y Sociedad*, 6(12), 41-47. <https://doi.org/10.29105/bys6.12-90>

García, A., Pedro, E., Cruz, R. y López, S. (2023b). Entomofagia: seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad) en una zona rural de Oaxaca, México. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 29(2), 8.

González, J. L., Pereyra, M. A. y De-León, A. (2020). Biodegradación de compuestos recalcitrantes y ftalatos por bacterias cultivables aisladas de *Liometopum apiculatum* microbiota. *World Journal Microbiology Biotechnoly*, 36, 73.

Guzmán, M. C., Carapia, J. D. C. C. y Sierra, A. V. A. (2018). Modelos de intervención en trabajo social. Una propuesta metodológica para su construcción. Catálogo General de Libros ACANITS. [En línea]. Disponible en: <https://www.acanits.org/assets/img/libros/Modelos%20TS.pdf>. Fecha de consulta: 15 de enero de 2025.

Hernández, A. M. (2021). Lepidópteros comestibles: pasado, presente y futuro. *Alimentos Ciencia E Ingeniería*, 28(2), 34-44. <https://doi.org/10.31243/aci.v28i2.1435>

Hernández, E., Tarango, L. A., Ugalde, S., Hernández, A., Cortez, C., Cruz, Y. y Morales, F. J. (2017). Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad*, 10(5), 10-17.

INAFED, Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2020). Gobierno del Estado de Zacatecas. [En línea]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32038a.html#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20y%20Uso%20de%20Suelo,suelo%20aluvial%20representa%20el%2060.07>. Fecha de consulta: 18 de marzo de 2023.

Jurado, I. M. (2022). Emprendimiento rural como estrategia de desarrollo territorial: una revisión documental. *Económicas CUC*, 43(1), 257-280. <https://doi.org/10.17981/econcuc.43.1.2022.Org.7>

Lin, G. F. & Chen, L. H. (2006). Identification of homogeneous regions for regional frequency analysis using the self-organizing map. *Journal of Hy-*

drology, 324(1), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.009>

Mendoza, M. E., Morales, F. J. y Méndez, S. D. J. (2019). Tipología de productores de nopal tunero en Pinos, Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(SPE22), 77-88. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1860>

Miranda-Román, G., Quintero-Salazar, B., Ramos-Rostro, B. y Olguín-Arredondo, H. A. (2011). La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. PASOS. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 9(1), 81-100. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88116214008>

Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11), 559-572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>

Pedroza, A., Sánchez, I., Becerra, J. L., Ramos, E., Reyes, C., Rosales, L. V. y Vargas, G. (2014). Regionalización de zonas con escaso régimen pluvial: Estudio de caso zona Centro-Norte del estado de Durango, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 13(2), 71-85. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2013.03.01>

Quiroz, J. G. (2021). Paradoxes of Community Development: 2018-2024 Mexico's National Development Plan. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*, 8(1), 28-38. <https://doi.org/10.21500/23825014.5206>

Rafael, J., Tarango, L. A., Ugalde, S., Lozano, E. A., Ruíz, V. M. y Bravo, A. (2017). Sustratos forrajeros y de anidación de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, *Himenóptera: Formicidae*) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 51(7), 755-769.

Ramos, J. y Pino, M. (2001). Contenido de vitaminas en algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45(2), 66-76.

Ramos, J., Pino, J. M. y Conconi, M. (2006). Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 45(3), 291-318.

Ramos-Rostro, B., Ramos-Elorduy, B. J., Pino-Moreno, J. M., Viesca-González, F. C., Martínez-Maya, J. J., Sierra-Gómez, L. del C. y Quintero-Salazar, B. (2016). Calidad sanitaria de alimentos elaborados con gusano rojo de agave (*Comadia redtemba-*

cheri H.) en San Juan Teotihuacán, Estado de México, México. *Agrociencia*, 50(4), 391-402. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000400391&lng=es&tln=es

Rentería, L., Cantú, C., Estrada, E., Marmolejo, J. y González, F. (2011). Representatividad de los tipos de vegetación en las áreas naturales protegidas de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(3), 69-82. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i3.630>

Romero, H., Tarango, L. A., Martínez, J. F. y Briones, J. A. (2024a). Monitoreo del cambio del uso de la tierra como herramienta para el manejo de recursos naturales. *Agro-Divulgación*, 4(3), 57-60.

Romero, H., Tarango, L. A., Peredo, E., Del-Rosario, J., Olmos, G., & Hernandez, E. (2024b). Productive Characteristics, Nesting Substrates, and Colonies of the Escamolera Ant (*Liometopum apiculatum* M.) in Zacatecas, Mexico. *Agro Productividad*, 17(6), 185-195. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i6.2933>

Senra, A. (1996). Reducción del número de potreros en vacas lecheras aplicando los principios básicos de manejo eficiente del pastizal. Ponencia XI Fórum de Ciencia y Técnica. San José. La Habana, Cuba.

Senra, A., Martínez, R., Jordán, H., Ruiz, T., Reyes, J., Guevara, R. y Ray, J. (2005). Principios básicos del pastoreo rotacional eficiente y sostenible para el subtrópico americano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(1), 23-30.

Soto, A. (2021). ¿Qué es desarrollo empresarial? –Principales características. App xolot. [En línea]. Disponible en: <https://blog.appxolot.com/desarrollo-empresaria>. Fecha de consulta: 14 de enero de 2025.

Tarango, L. A. (2005). Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(2), 17-21.

Tumbaco, G. E., Villafuerte, W. P. y Soledispa, X. E. (2022). Las cadenas de valor como estrategias de desarrollo microempresarial. *Revista Científica FIP-CAEC*, 7(1), 65-87.

Uriás, C., Pérez, S., Escobedo, C. M., González, M. E., Flores, M. A., Guerrero, S. y Palacios, A. (2023). Micropropagación de *Vachellia* spp. como una alternativa para la reforestación de zonas desérticas en México. *Cultivos Tropicales*, 44(2). <https://cu-id.com/2050/v44n2e10>.

Vega, M. A., Álvarez, G. D. y Figueredo, C. J. (2023). Sistemas de manejo de agaves pulqueros en el es-

tado de Hidalgo. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10(20), 92-100. <https://doi.org/10.29057/ICBIV10I20.9598>

Viesca-Gonzales, F. C., Barrera-García, V. D. y Juárez-Ortega, A. J. (2012). La Recolección, Venta y Consumo de Insectos en Toluca, México y sus Alrededores. *Rosa dos Ventos*, 4(2), 208-221. <https://www.redalyc.org/pdf/4735/473547089007.pdf>