

INSECTOS COMESTIBLES: PERSPECTIVA SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL EN EL CENTRO-NORTE DE MÉXICO

H. Romero-Jiménez¹, J. Cadena-Íñiguez¹, L. A. Tarango-Arámbula^{1*}, S. Ugalde-Lezama²,
G. Olmos-Oropeza¹, E. Hernández-Roldan³

¹Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, 78600, Salinas de Hidalgo, S.L.P., México.

²Área de Recursos Naturales renovables. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230, Chapingo, Estado de México. México.

³Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Orizaba-Cordoba, Universidad Veracruzana. Josefa Ortiz de Domínguez s/n, Camino Peñuela-Amatlán, Peñuela s/n, 94945, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: ltarango@colpos.mx

RESUMEN

Hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*), gusano rojo (*Comadia redtenbacheri*) y gusano blanco (*Aegiale hesperiaris*), han sufrido una extracción significativa por los habitantes de las comunidades rurales, lo cual disminuye sus poblaciones por el mal manejo de sus hábitats. Estas especies, son recursos económicos y nutricionalmente importantes para las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas de México. Sin embargo, estos insectos, enfrentan una falta de normatividad en cuanto a su aprovechamiento. Por ello, el objetivo de esta investigación, fue identificar la perspectiva socioeconómica y ambiental que tienen los actores clave en la actividad-recolecta de insectos comestibles (escamol, gusano blanco y gusano rojo de maguey). Para ello, se aplicaron entrevistas dirigidas a los actores clave y se graficaron los resultados mediante frecuencias de observación y estadística básica. Se llevó a cabo, un análisis de componentes principales para conocer los identificadores más importantes de y para los actores clave. Asimismo, se realizó un análisis de clústeres para determinar diferencias o disimilitudes entre las variables consideradas. La recolección de insectos comestibles en el centro-norte de México, enfrenta un reto de manejo sostenible de sus poblaciones y hábitats. Este estudio, evidenció la necesidad de iniciativas que promuevan el desarrollo rural sostenible, con la valorización cultural y económica de esta actividad, contribuyendo a su viabilidad.

Palabras clave: comunidades rurales, invertebrados, nutrición, semidesierto, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

En la zona centro y norte de México, existen recursos naturales de gran valor ecológico y socioeconómico (Pedroza *et al.*, 2014). En el Estado de Zacatecas, los insectos comestibles, se extraen de manera continua desde hace 30 años, específicamente, la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* M.), un himenóptero; el gusano rojo (*Comadia redtenbacheri* H.) y el gusano blanco de maguey (*Aegiale hesperiaris* W.), ambos lepidópteros (Briones *et al.*, 2022). Actualmente, estas especies, son importantes económicamente; sin embargo, se aprovechan de manera no sostenible (De Luna *et al.*, 2013).

Citation: Romero-Jiménez H, Cadena-Íñiguez J, Tarango-Arámbula LA, Ugalde-Lezama S, Olmos-Oropeza G, Hernández-Roldan, E. 2025. Insectos comestibles: perspectiva socioeconómica y ambiental en el centro-norte de México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v22i2.1752>

ASyD(22): 278-300

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: October 21, 2024.
Approved: November 20, 2024.

Estimated publication date:
April 10, 2025.

This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-Non- Commercial
4.0 International license.



La hormiga escamolera, el gusano rojo y blanco de maguey, registran una recolección excesiva por las comunidades rurales del centro de México, lo cual, ha disminuido sus poblaciones. Se han registrado también, efectos de destrucción de los nidos de hormiga por su extracción, además de los cambios del hábitat por actividades humanas (Dinwiddie *et al.*, 2013). Aunado a lo anterior, se ha documentado que la población rural en el altiplano potosino-zacatecano, tiene poca información orientada al manejo racional de la extracción, así como, al comportamiento ecológico de la especie y vacíos de operación de la normatividad ambiental (Ramos *et al.*, 2006). Algunas variables del cambio climático, tales como la sequía, aumento de la temperatura y reducción del dosel vegetal necesario para la actividad de forrajeo de las especies *Liometopum apiculatum* M., *Aegiale hesperiaris* W. y *Comadia redtenbacheri* H., están impactando la supervivencia de estas especies.

Las colonias de hormiga escamolera, están sobre manipuladas por la importancia económica derivada de la venta de sus larvas (Briones *et al.*, 2022), además, el hábitat que comparte con el gusano blanco y rojo de maguey, se encuentra bajo una presión de pastoreo intensiva y los estudios sobre estas especies, son escasos. Las larvas de *L. apiculatum*, *C. redtenbacheri* y *A. hesperiaris*, tienen un potencial agroindustrial por su valor nutricional, además de una buena aceptación por el consumidor; sin embargo, este potencial, está limitado por su disposición estacional. Aun cuando estas especies son un recurso económico y nutricional importante para los habitantes rurales de zonas áridas y semiáridas de México, registran una amenaza por sobre pastoreo (Hernández *et al.*, 2017), de tal forma que, una atenuante para reducir estos impactos, puede ser la implementación de procesos de acercamiento, sensibilización y capacitación a actores clave, que coadyuven a la conservación de la vida silvestre (Rosas *et al.*, 2015), y promover proyectos de diversificación, tales como, proyectos de reforestación productiva con especies locales empáticas con las especies de insectos.

Bajo este contexto, resulta fundamental establecer vínculos de colaboración con ejidatarios, comisariados, acopiadores, y principalmente recolectores. Por ello, el objetivo de esta investigación, fue identificar la perspectiva socioeconómica y ambiental que tienen los actores clave, en la actividad-recolecta de insectos comestibles (escamol, gusano blanco y gusano rojo de maguey), mediante un modelo de intervención social.

MARCO TEÓRICO

Las principales especies de insectos comestibles que se aprovechan en el centro-norte de México, son: *Liometopum apiculatum* M. (hormiga escamolera), *Comadia redtenbacheri* H. (gusano rojo) y *Aegiale hesperiaris* W. (gusano blanco). En el centro-norte de México, la hormiga escamolera, ha sido la más estudiada. Esta especie, habita una variedad amplia de climas y suelos, es una especie

termófila, monogínica y poliándrica en su reproducción, de dieta omnívora y con vulnerabilidad biológica baja (Berumen *et al.*, 2021). Algunos de los estudios, se relacionan con los sustratos de forrajeo y anidación, donde la hormiga forrajea en *Yucca* spp., *Agave salmiana* y *Opuntia rastrera* y anida debajo de *A. salmiana*, *Yucca* spp., *O. rastrera* y *Dalea bicolor* (Rafael *et al.*, 2017). Con respecto al uso de hábitat, ésta no utiliza los componentes del hábitat de acuerdo con su disponibilidad, evita el suelo desnudo, sitios con poca elevación y selecciona las laderas con exposición suroeste (Cruz *et al.*, 2014). Asimismo, la hormiga escamolera, forrajea en un territorio de tamaño promedio de $1,565.65 \pm 535.63$ m² y donde los principales sustratos de anidación, fueron *Agave salmiana*, *Yucca* spp., *Prosopis* spp., *Acacia farnesiana*, suelo desnudo, material leñoso y cobertura de arbustos (Rafael *et al.*, 2019). La densidad de nidos mayor, se ha registrado en el matorral crasicaule (3.8 nidos/ha) (Hernández *et al.*, 2017) y 4.8 nidos/ha (Cruz *et al.*, 2023). Las larvas de la hormiga (escamoles), son ricas en proteínas, aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales y la composición de estos nutrientes, varía según el tipo de vegetación (Cruz *et al.*, 2018). Se ha propuesto que esta especie, forme parte de la NOM-059, en la categoría de Sujeta a Protección Especial (SSP) (Berumen *et al.*, 2021). Adicionalmente, se han estudiado las características productivas, indicando que el largo y ancho de las larvas (N=1,100), fueron similares en todos los sustratos de anidación, y que el peso de ellas, varía de 0.09 g, en el sustrato *Prosopis levigata* a 0.16 g, en el sustrato palma seca (*Yucca* spp.); por lo tanto, para completar un kg, se requieren entre 11,111 y 6,250 larvas, respectivamente (Romero *et al.*, 2024).

El gusano rojo (*Comadia redtenbacheri*) o chinicuil, se asocia al maguey y se alimenta principalmente, de las raíces donde completa su desarrollo larvario (Granados *et al.*, 1993). Su tamaño, oscila entre 3 y 4 cm de largo y se consume en fase larvaria, (Quintero y Ramos, 2018). Este se recolecta en los Estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Querétaro, San Luis Potosí, Oaxaca, Chiapas, Jalisco y la Ciudad de México (Llenderal *et al.*, 2010). Además, en los últimos años, su explotación se ha intensificado en Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y Jalisco. Por su parte, el gusano blanco de maguey (*Aegiale hesperiaris*), también llamado gusano de mantequilla, es la larva de una mariposa saltarina que habita en las pencas del maguey. Este gusano, es abundante en los Estados de Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala y Puebla (Quintero y Ramos, 2018) y actualmente, se comercializa en Zacatecas y San Luis Potosí. Estas especies de gusanos de maguey, contienen entre 28% y 81% de proteína (Ramos y Pino, 2001; Esparza *et al.*, 2008).

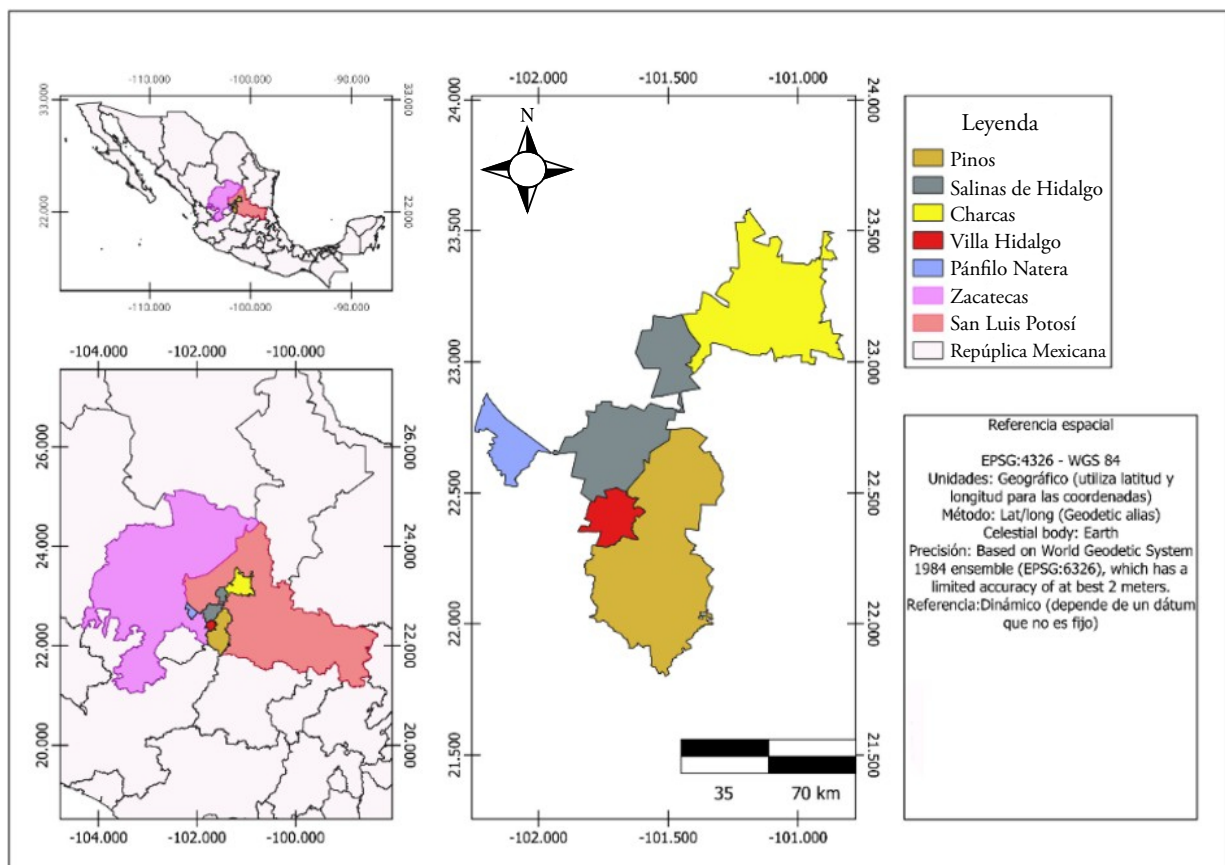
La recolección de las larvas de la hormiga escamolera, inicia en la segunda quincena de febrero y cuando se aprovecha de manera adecuada, su aprovechamiento puede extenderse hasta junio. Sin embargo, un manejo deficiente de los nidos, acorta su aprovechamiento hasta mayo (Briones *et al.*, 2022). El gusano blanco, se recolecta entre mayo y agosto, extrayéndose de las pencas

de los agaves (Ramos *et al.*, 2006; Briones *et al.*, 2022). La recolección, se lleva a cabo en magueyes con pencas amarillentas o rojizas, que han perdido turgencia, coincidiendo con la temporada de lluvias, desde agosto hasta octubre (Briones *et al.*, 2022). La extracción del gusano rojo, implica la destrucción de la planta, pero si no se recolecta, el insecto terminaría por matar a la planta, por lo que su aprovechamiento puede considerarse beneficioso (Ramos *et al.*, 2006).

METODOLOGÍA

Área de estudio

Esta investigación, se realizó en los municipios de Pinos, General Pánfilo Natera y Villa Hidalgo en Zacatecas; así como en Salinas de Hidalgo y Charcas, San Luis Potosí. Las comunidades rurales involucradas, fueron La Pendencia, Santiago, El Zacatal, Pámanes, Guadalupe Victoria, Guadalupe de los Pozos, El Salto, El Tecamate, Trinidad, y San Juan Sin Agua (Figura 1).



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Macrolocalización de las comunidades rurales que integraron el territorio intervenido socialmente.

Modelo de intervención social

Se aplicó el Modelo de Intervención Social (MIS), el cual consistió en aplicar una metodología integral, basada en un formato de diálogo con habitantes rurales (Castro *et al.*, 2018). El MIS, facilitó la participación activa de los agentes clave, asegurando que los datos recopilados, reflejaran con la mayor posible precisión, las realidades y perspectivas de los actores involucrados (Greenwood y Levin, 2007).

Se empleó un enfoque cualitativo mediante entrevistas dirigidas, lo que permitió explorar en profundidad, las experiencias, prácticas y percepciones de los agentes clave. Este método cualitativo, fue esencial para capturar detalles complejos y aspectos específicos que no podrían haberse abordado con técnicas cuantitativas. La construcción de relaciones de confianza, fue fundamental para el éxito de la intervención. Se llevaron a cabo esfuerzos deliberados, para establecer una comunicación abierta y transparente con los participantes, explicando los objetivos del estudio y garantizando la confidencialidad (McKnight y Chervany, 2006). La selección de los agentes clave, se realizó mediante consultas con expertos locales y organizaciones campesinas. Se realizaron invitaciones explicando el propósito del estudio y el rol de los participantes. Además, se llevaron a cabo, entrevistas piloto para ajustar las preguntas y validar su pertinencia.

Finalmente, se realizó la selección final de los agentes clave, basándose en los resultados de las entrevistas piloto y disponibilidad de los participantes, asegurando una representación adecuada de los grupos involucrados.

En cuanto a las consideraciones éticas, se obtuvo el consentimiento previamente informado de los participantes, asegurando que comprendieran el propósito de la investigación y su derecho a la privacidad y se utilizaron códigos en lugar de nombres (American Psychological Association, 2020). Cada agente clave, representó una muestra mayor de personas que se dedican a la recolección de insectos comestibles.

Elaboración de entrevistas

Las entrevistas, se diseñaron con una combinación de preguntas abiertas y de opción múltiple, para proporcionar tanto flexibilidad en las respuestas como datos específicos y cuantificables. Las preguntas abiertas, permitieron a los participantes expresar sus experiencias, percepciones y conocimientos en sus propias palabras, lo que facilitó la obtención de información contextualizada (Strauss y Corbin, 1998). Las preguntas de opción múltiple, ayudaron a obtener datos con mayor estructuración y comparables sobre aspectos específicos de la recolección y manejo de los insectos.

El diseño del guion de la entrevista, incluyó tres apartados, cada uno enfocado en un tipo de insecto comestible: hormiga, gusano blanco y rojo de maguey.

Cada apartado, abordó aspectos particulares relacionados con el insecto en cuestión. Esta estructuración, permitió que la entrevista cubriera de manera integral, las diversas dimensiones de la recolección de insectos comestibles, garantizando una perspectiva completa.

Las entrevistas se elaboraron considerando cuatro estratos temáticos: social, económico, técnico y ambiental. Este enfoque estratificado, permitió abordar el tema desde dimensiones múltiples, proporcionando una visión integrada de la actividad de recolección. El estrato social, exploró aspectos de la información específica de los agentes clave, mientras que el estrato económico, se centró en los ingresos generados y las dinámicas del mercado. El estrato técnico, abordó las cifras productivas en la recolección, y el estrato ambiental, examinó el impacto de la recolección al ecosistema. Para mantener el interés y la participación de los entrevistados, se emplearon estrategias de convivencia y dinamismo lo que ayudó a mantener el interés de los entrevistados (Greenwood y Levin, 2007).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis de frecuencia de observación

Para determinar y comparar gráficamente la situación social, técnica, económica y ambiental de los recolectores de insectos comestibles, se utilizaron los datos de las entrevistas individuales. La información que se ocupó para conocer la situación social fue: sexo, edad, escolaridad, actividad productiva y localidad; misma que se analizó mediante el Índice de Frecuencia de Observación (Fo) (Curts, 1993) y estadística básica. Para determinar la situación económica, se analizaron los precios actuales del producto y derrama económica por temporada. Asimismo, para conocer la situación técnica (productiva), se analizaron datos como la recolecta de insectos por día y por temporada, de igual manera, esta información se usó para identificar variaciones en la producción en los últimos años. Para determinar la relación entre el rendimiento y producción de insectos comestibles con algunas características de su ambiente, a los actores claves se les cuestionó el efecto de la precipitación, el sobrepastoreo y la deforestación sobre la actividad-recolecta de insectos comestibles.

Análisis de Componentes Principales

Se aplicó un análisis multivariado por Componentes Principales ACP (Pearson, 1901; Rentería *et al.*, 2011), para reducir la varianza de las variables descriptoras de las respuestas de agentes clave, en tres ejes que explicaran la mayor varianza sobre las variables (preguntas) que reflejaran la situación actual del aprovechamiento de escamoles, gusano blanco y rojo, sometiendo 18; 15 y 12 variables respectivamente para cada insecto, con el fin de identificar la asociación entre variables con Xlstat v.2021.4 (Bald *et al.*, 1999; Navarro *et al.*, 2010).

Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ)

Las diferencias entre variables de las respuestas de los actores clave por localidad, se realizaron mediante un análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ). Este análisis estadístico multivariado, minimiza un conjunto de datos grande y complejo, a una cantidad pequeña de grupos de datos llamados clúster, donde miembros de algunos de los grupos, llegan a compartir características (similitud) (Lin y Chen, 2006). Este análisis se hizo con Xlstat v.2021.4.

En la Figura 2, se presentan imágenes de insectos comestibles y su hábitat en el área de estudio.

RESULTADOS

Situación social

Se entrevistaron $n=31$ agentes clave, 38.7% de los recolectores son adultos mayores (52 a 84 años), 45.1% adultos (32 a 50 años) y 16.1% son jóvenes (16 a 27 años). La distribución etaria, muestra una situación crítica en cuanto al relevo generacional de los recolectores, esta situación, puede ser un indicador del abandono de prácticas tradicionales.

La escolaridad de los entrevistados, es variable, lo cual afecta la capacidad de adaptación a innovaciones en la explotación sostenible de insectos comestibles. De los 31 entrevistados, 48.4% realizó estudios de secundaria, resultando ser el nivel escolar más común entre los agentes clave. El 35.5%, completó el nivel primaria, el nivel preparatoria correspondió a 9.7% y 6.4% no tiene estudios formales (S/E).

Respecto a la actividad productiva, la mayoría de los agentes clave (54.8%), se dedican a la agricultura y 16.1% a la construcción (Figura 3).

Cabe destacar, que ninguno de los actores clave, considera la recolecta de insectos como una actividad productiva principal; sin embargo, por a la importancia económica de esta actividad, se involucran anualmente en ella, como



Hábitat de insectos comestibles



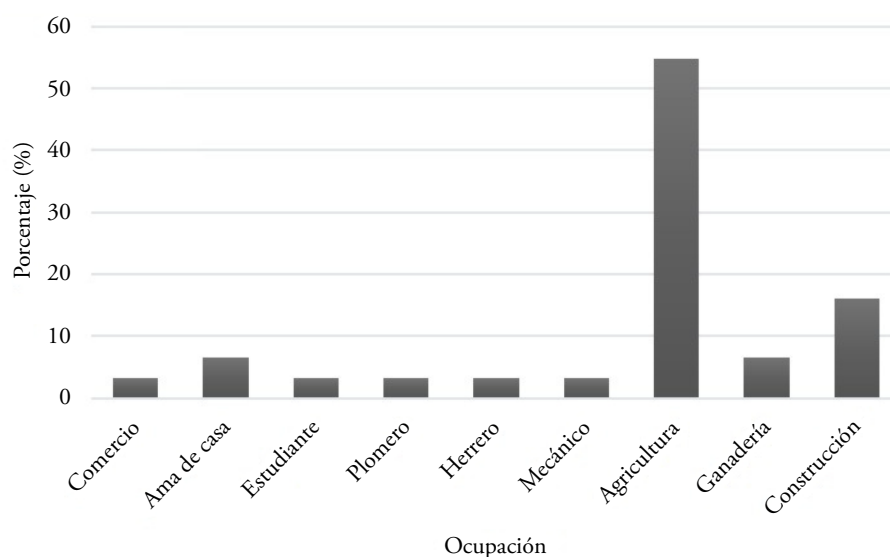
Larvas de *L. apiculatum*



Larvas de *C. redtenbacheri*

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Insectos comestibles en su hábitat.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de entrevistas, 2024.

Figura 3. Principales actividades productivas de los actores clave, en la actividad-recolecta de insectos comestibles en el centro-norte de México.

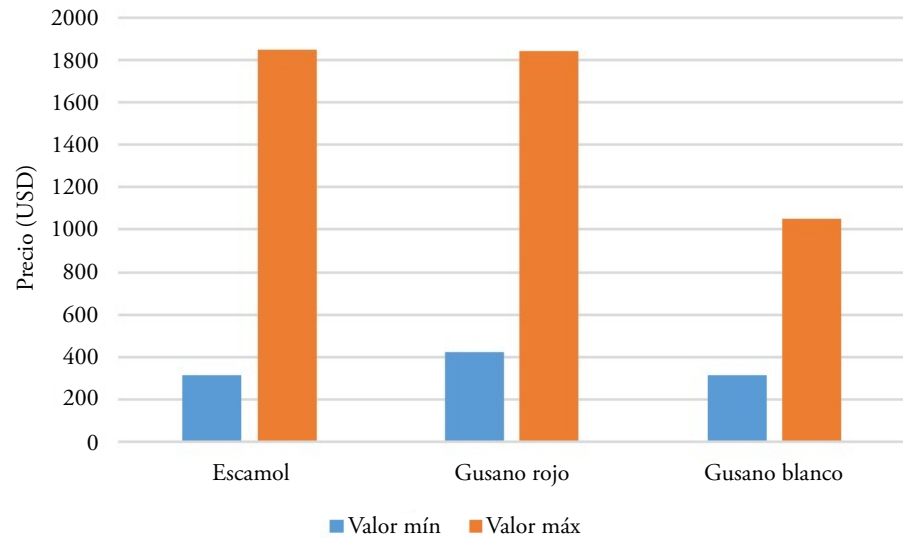
alternativa de ingresos. Referente a la localidad y género, las comunidades de El Tecamate y Charcas, fueron sobresalientes por la participación de actores clave con 19.3%, seguido de San Juan Sin Agua (16.1%), Guadalupe de los Pozos, El Patrocinio y Zacatal tienen una participación de 9.6%, cada una, mientras que Pámanes tuvo 6.4%. Otras localidades como La Pendencia, La Trinidad y Santiago presentaron un valor menor (3.2%). Los recolectores, son principalmente hombres (90.3%) y mujeres (9.7%), comúnmente, esta relación se mantiene en el resto de las actividades productivas.

Situación económica

Los precios del escamol, gusano rojo y blanco, muestran diferencias notables en cuanto a precio y estos, dependen comúnmente de la demanda, disponibilidad, percepción cultural y época del año. Por ejemplo, el precio del escamol, de acuerdo con los entrevistados, varió entre USD\$16.00 y USD\$42.00 por kilogramo (Figura 4).

El precio mínimo del gusano rojo, fue de USD\$47.00 y el máximo USD\$53.00. Este insecto, generalmente es el más costoso de los tres. Los precios del gusano blanco, muestran un comportamiento similar al del escamol (USD\$21.00 a USD\$42.00) (Figura 5).

Los ingresos *per cápita* máximos derivados de la recolecta del escamol y gusano rojo, fueron similares, mientras que los ingresos mínimos para escamol y gusano blanco fueron similares (Figura 4), reflejando ingresos anuales por los tres insectos de USD\$351.00 y USD\$1,580.00 como mínimo y máximo respectivamente.

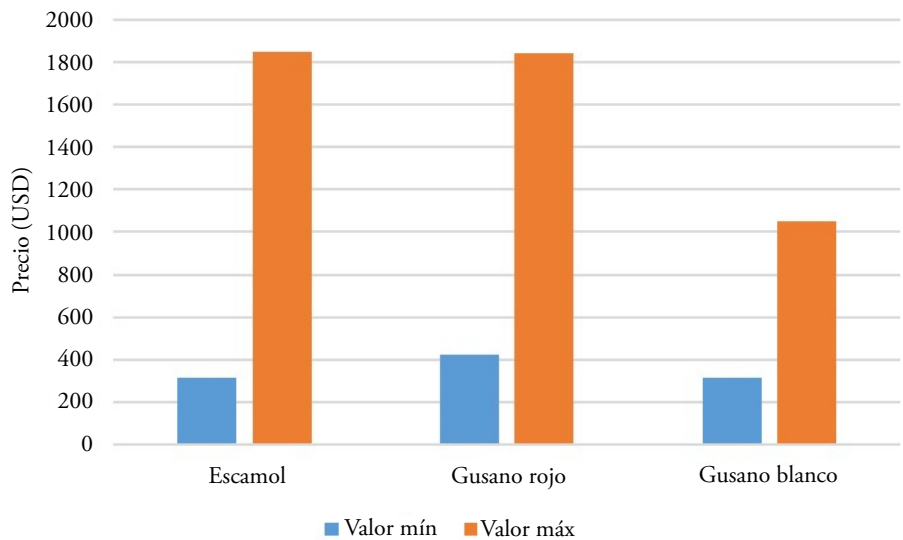


Fuente: elaboración propia a partir de datos de entrevistas, 2024.

Figura 4. Precios en dólares por kilogramo de insectos comestibles.

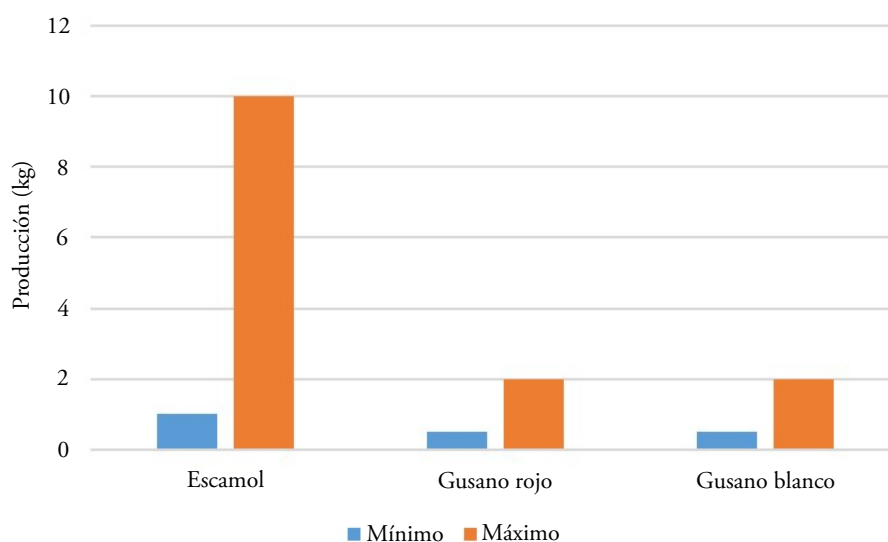
Situación técnica/productiva

La cantidad de insectos recolectada por persona y día, fluctúa entre 1.0 y 10.0 kg de escamol y entre 0.5 y 2.0 kg de gusano blanco y rojo (Figura 6), resultando anualmente en 200 kg de escamol, 30 kg de gusano rojo y 20 kg de gusano



Fuente: elaboración propia a partir de datos de entrevistas, 2024.

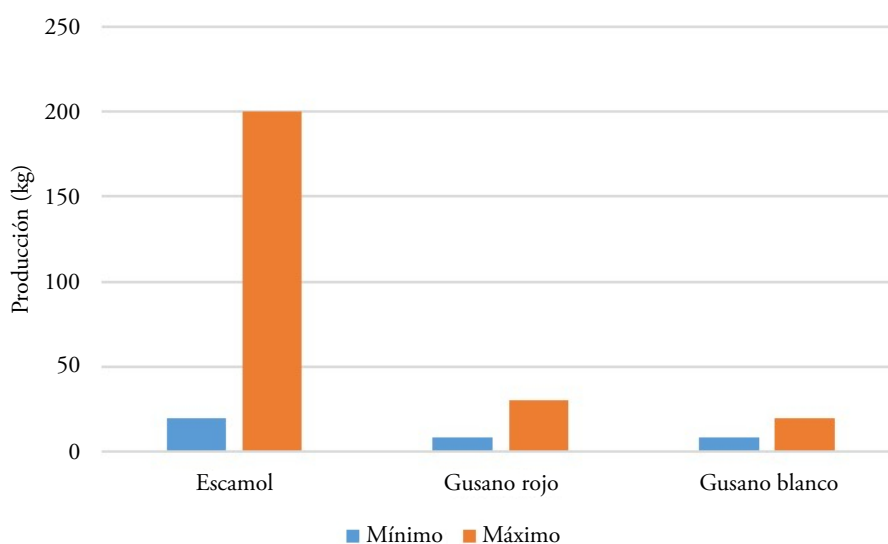
Figura 5. Ingresos *per cápita* de los actores clave por recolecta anual de insectos en el centro-norte.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta, 2024.

Figura 6. Recolecta de insectos comestibles de los actores clave por persona y día.

blanco (Figura 7). Lo anterior, registra para los recolectores de manera individual, ingresos anuales de USD\$4,390.00. A pesar de estos ingresos económicos, de acuerdo a la información proporcionada, el 100% de los agentes clave, coincidió en que la recolecta de insectos, ha disminuido considerablemente en los últimos años.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de entrevistas, 2024.

Figura 7. Recolecta de insectos comestibles de los actores clave per cápita/año.

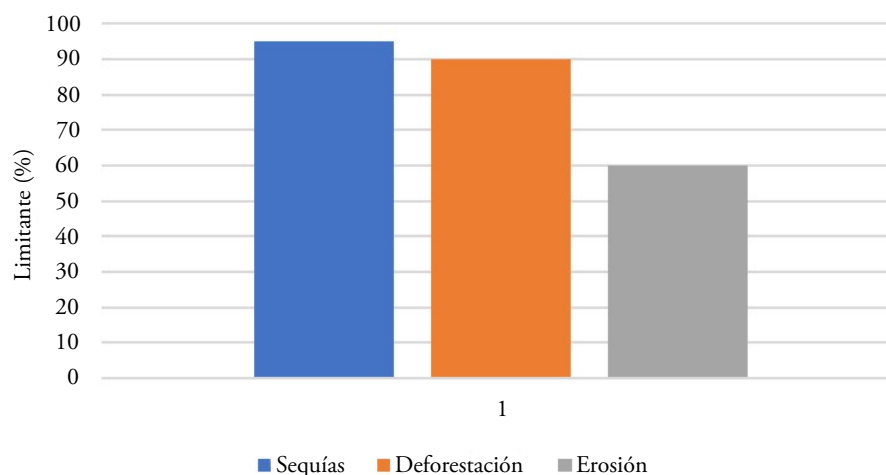
Situación ambiental

La mayoría de los agentes clave, percibe un deterioro ambiental significativo en las áreas de aprovechamiento. De los entrevistados 95%, mencionó que la ocurrencia de sequías, ha modificado el ecosistema de forma severa y dificulta la regeneración natural. Además, 90% considera que la deforestación causada por la expansión de la industria mezcalera y ganadera, ha impactado negativamente la biodiversidad local. De los participantes 60%, también relaciona este deterioro ambiental, con la erosión del suelo, agravando aún más la problemática ambiental (Figura 8).

Análisis de componentes principales

Los resultados de los ACP's, mostraron que los primeros tres componentes explicaron 52% de la varianza acumulada para el escamol, 66% para gusano rojo y 60% para el blanco, relacionada con las variables (preguntas) que describen la percepción de los agentes clave en la recolecta de insectos comestibles. Las variables más importantes en el Componente 1 (CP1), fueron recolecta por temporada (0.793), número de nidos (0.582) e ingreso por temporada (0.537), lo que indica que este componente, se liga al aprovechamiento del escamol basado en la temporada de recolecta y la producción. El CP2, se relaciona con las prácticas de manejo de los nidos y el ganado y el CP3, con características demográficas y de experiencia (Cuadro 1).

En el caso del gusano rojo, las variables sobresalientes del CP1, fueron ingreso por temporada (0.834), recolecta por día (0.780) y por temporada (0.701). Estas variables se relacionan principalmente, con la producción y los ingresos derivados del aprovechamiento de este insecto. El CP2, refleja una relación entre



Fuente: elaboración propia a partir de datos de entrevistas, 2024.

Figura 8. Limitantes ambientales para la actividad-recolecta de insectos comestibles.

Cuadro 1. Varianza acumulada con relación a las variables integradas a los primeros tres componentes principales, para reducir la dimensionalidad en el aprovechamiento del escamol.

Variable	CP1	CP2	CP3
Ag	0.037	0.124	0.109
Ge	0.256	0.033	0.050
Sc	0.010	0.016	0.418
Em	0.383	0.185	0.011
NuMe	0.024	0.000	0.453
Hy	0.239	0.217	0.281
LvHe	0.000	0.453	0.169
CoNu	0.582	0.028	0.002
FoPh	0.196	0.104	0.001
HarNu	0.252	0.131	0.235
NeRe	0.273	0.353	0.194
ReTi	0.314	0.301	0.155
Wa	0.027	0.282	0.025
ClTi	0.097	0.051	0.010
HaperDay	0.266	0.279	0.009
HarPerSea	0.793	0.001	0.001
Wor	0.094	0.316	0.027
ProPerSEs	0.537	0.009	0.004

Nota: Factores de carga del ACP realizados sobre la matriz de correlación de 18 variables descriptoras del aprovechamiento del escamol en el centro-norte de México. (Ag: edad, Ge: sexo, Sc: escolaridad, Em: actividad productiva, NuMe: miembros, Hy: años de recolecta, LvHe: cabezas de ganado presentes, ConNu: número de nidos, FoPh: caminos de forrajeo, HarNu: número de extracciones, NeRe: descanso de nidos, ReTi: tiempo de descanso, Wa: agua, ClTi: limpieza, HaperDay: recolecta por día, HarPerSea: recolecta por temporada, Wor: precios, ProPerSEs: Ingreso por temporada.

la experiencia y el manejo adecuado del recurso y el CP3, describe las características sociodemográficas (Cuadro 2).

Con respecto al gusano blanco, el CP1 tuvo relación con aspectos físicos y biológicos, ya que las variables más importantes, fueron la cantidad de gusanos

Cuadro 2. Varianza acumulada con relación a las variables integradas a los primeros tres componentes principales para reducir la dimensionalidad en el aprovechamiento del gusano rojo.

Variable	CP1	CP2	CP3
Gen	0.238	0.050	0.207
Ag	0.130	0.631	0.064
Sc	0.000	0.077	0.161
Em	0.113	0.035	0.677
HarYea	0.386	0.377	0.074
LivStHe	0.002	0.538	0.165

Cuadro 2. Continuación.

Variable	CP1	CP2	CP3
AgMag	0.011	0.594	0.024
WorWid	0.032	0.272	0.288
HarvPerDay	0.780	0.106	0.002
HarvPerSea	0.701	0.140	0.065
Wor	0.080	0.023	0.001
WorPerSea	0.834	0.039	0.012

Nota: Factores de carga del ACP realizados sobre la matriz de correlación de 12 variables descriptoras del aprovechamiento del gusano rojo en el Centro-Norte de México. Gen: género, Ag: edad, Sc: escolaridad, Em: actividad productiva, HarYea: años de recolecta, LivStHe: cabezas de ganado presentes, AgMag: madurez del agave, WorWid: precio del gusano, HarvPerDay: recolecta por día, HarvPerSea: recolecta por temporada, Wor: precios, WorPerSea: ingreso por temporada.

por penca de maguey (0.654), el tamaño del gusano (0.531), la cantidad de pencas por maguey (0.433) y las pencas que contienen gusano (0.365). El CP2, engloba la importancia económica del aprovechamiento y el CP3, al igual que con el escamol la experiencia y las características demográficas (Cuadro 3).

Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ)

Los resultados de la Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ), para los datos registrados acerca de la percepción de los agentes clave por localidad en la actividad-recolecta de insectos comestibles, conformó dos clústeres para el escamol, sugiriendo que estos grupos, se basan en la experiencia de recolección, localización geográfica, prácticas de manejo y percepción sobre sostenibilidad (Figura 9).

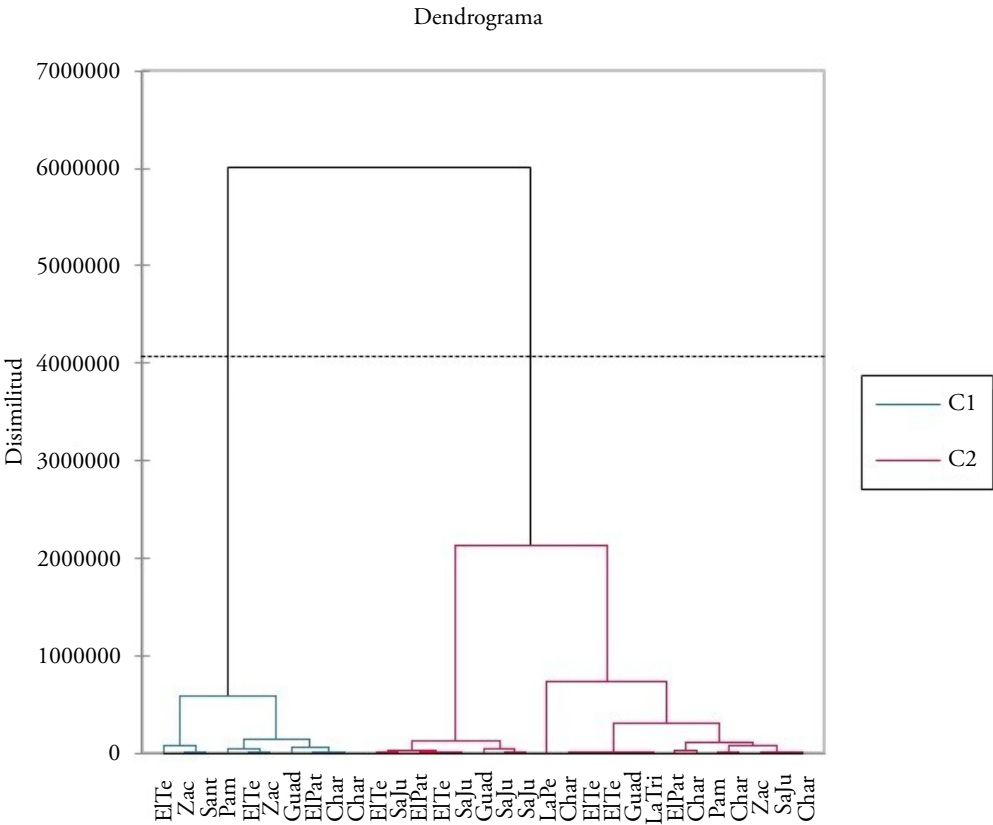
Cuadro 3. Varianza acumulada con relación a las variables integradas a los primeros tres componentes principales para reducir la dimensionalidad en el aprovechamiento del gusano blanco.

Variable	CP1	CP2	CP3
Ag	0.035	0.009	0.525
Ge	0.272	0.216	0.036
Sc	0.035	0.089	0.000
Em	0.095	0.078	0.003
HaYe	0.349	0.002	0.541
LivSHe	0.374	0.019	0.286
AgA	0.096	0.330	0.306
LeaMa	0.365	0.036	0.209
LeaWo	0.433	0.004	0.233
WorLea	0.654	0.001	0.036
WorWid	0.531	0.053	0.029
HarvPDay	0.349	0.421	0.007

Cuadro 3. continuación.

Variable	CP1	CP2	CP3
HarvPSea	0.003	0.334	0.226
Wor	0.116	0.544	0.010
WorPerSea	0.072	0.686	0.095

Nota: Factores de carga del ACP realizados sobre la matriz de correlación de 15 variables descriptoras del aprovechamiento de Gusano Blanco en el Centro-Norte de México. Ag: edad, Ge: género, Sc: escolaridad, Em: actividad productiva, HaYe: años de recolecta, LivSHe: cabezas de ganado, AgA: etapa del maguey, LeaMa: pencas de maguey, LeaWo, pencas con gusano, WorLea: gusano por pencas, WorWid: tamaño del gusano, HarvPDay: recolecta por día, HarvPSea: recolecta por temporada, Wor: precio, WorPerSea: ingreso por temporada.



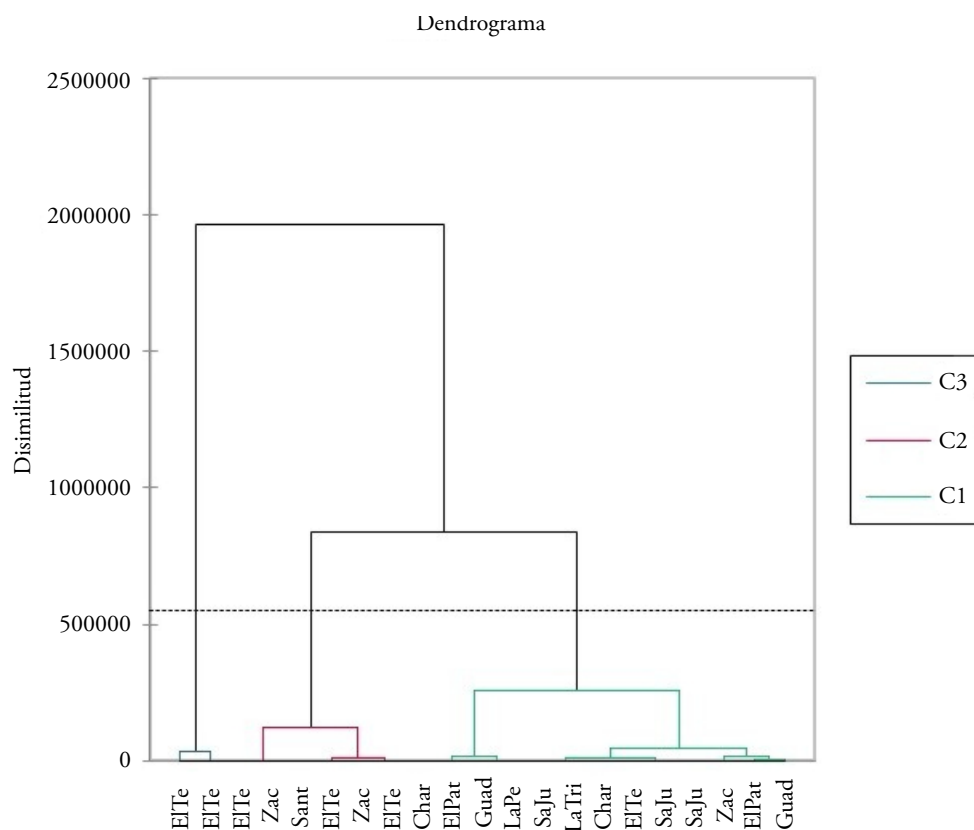
ElTe: El Tecomate, Zac: Zacatal, Sant: Santiago, Pam: Pámanes, Guad: Guadalupe de los Pozos, ElPat: El Patrocinio, Char: Charcas, SaJu: San Juan sin Agua, LaTri: La Trinidad, LaPe: La Pendencia.
Figura 9. Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ), para las variables registradas de los actores clave en la actividad-recolecta de escamol por localidad.

Con respecto a la recolección del gusano rojo, se identificaron tres clústeres, los cuales agruparon a quienes están preocupados por la sobreexplotación, aquellos que dependen económicamente del gusano rojo y quienes manejan estrategias de recolección sostenibles (Figura 10).

En relación con la recolección del gusano blanco, se identificaron dos clústeres, los cuales, se relacionaron con las percepciones sobre la viabilidad económica de la recolección o sobre los impactos ambientales (Figura 11).

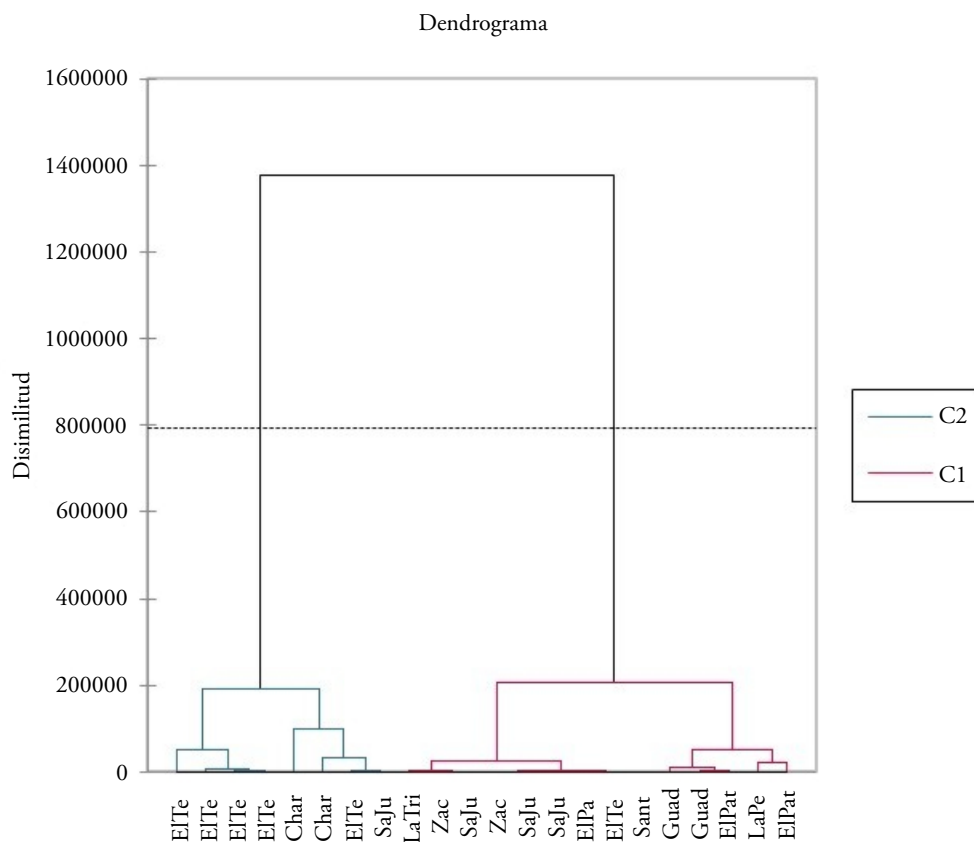
DISCUSIÓN

Este estudio, identificó que las principales problemáticas incluyen la baja participación de jóvenes en la actividad, la falta de educación formal en los recolectores y los impactos del cambio climático y actividades humanas como la deforestación y el pastoreo intensivo. Además, se evidenció la necesidad de estrategias que integren la capacitación, la modernización de prácticas y la equidad de género, para fomentar un



ElTe: El Tecomate, Zac: Zacatal, Sant: Santiago, Pam: Pámanes, Guad: Guadalupe de los Pozos, ElPat: El Patrocinio, Char: Charcas, SaJu: San Juan sin Agua, LaTri: La Trinidad, LaPe: La Pendencia.

Figura 10. Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ), para las variables registradas de los actores clave, en la actividad-recolecta de gusano rojo por localidad.



ElTe: El Tecomate, Zac: Zacatal, Sant: Santiago, Pam: Pámanes, Guad: Guadalupe de los Pozos, ElPat: El Patrocinio, Char: Charcas, SaJu: San Juan sin Agua, LaTri: La Trinidad, LaPe: La Pendencia.

Figura 11. Análisis de Clusterización Aglomerativa Jerárquica (CAJ), para las variables registradas de los actores clave, en la actividad-recolecta de gusano blanco por localidad.

manejo sostenible y asegurar la viabilidad económica y cultural de esta actividad.

Con base en el análisis de la distribución etaria, existe un promedio bajo de actores clave jóvenes en la recolecta de insectos comestibles, esto coincide con estudios previos sobre el abandono de actividades rurales por parte de estos, quienes tienden a emigrar hacia zonas urbanas, en busca de mejores oportunidades laborales (Mercado y Nava, 2013). Diversos autores han señalado que, la modernización de las prácticas rurales y la implementación de proyectos de valor agregado, podrían revitalizar este sector, haciéndolo más atractivo para los jóvenes (Guerrero *et al.*, 2022). La integración de investigación, tecnologías y estrategias comerciales innovadoras, podrían cambiar este fenómeno, pero es necesario un esfuerzo conjunto de actores gubernamentales y comunitarios, para promover dicha transición (Dallin *et al.*, 2021). El envejecimiento de la población recolectora, plantea un riesgo para la continuidad de esta actividad,

ya que el conocimiento tradicional asociado a la localización, extracción y conservación de los insectos, puede perderse si no se transmite a las generaciones jóvenes (Chiswell *et al.*, 2018). Es fundamental crear programas que capaciten y motiven a los jóvenes para involucrarse en esta práctica, lo que ayudaría a preservar la biodiversidad y las fuentes de ingresos rurales, dado que los más jóvenes, son los que suelen asociarse a prácticas de producción más eficientes e innovadoras (Zagata y Sutherland, 2015).

La escolaridad de los recolectores, influye significativamente en su capacidad para adoptar técnicas innovadoras en el aprovechamiento de insectos comestibles, debido a que quienes cuentan con educación secundaria o preparatoria, tienen mayores habilidades analíticas y de resolución de problemas (Góngora *et al.*, 2020). Esto facilita la integración de prácticas avanzadas; aquellos con primaria o sin estudios formales, enfrentan barreras importantes para implementar innovaciones más complejas, lo cual, está relacionado con las altas tasas de abandono de la educación básica en México (Solís, 2018). Esto subraya la necesidad de diversificar y fortalecer programas educativos en zonas rurales, como sugieren Castellanos y Carrasco (2021), para fomentar la adopción de técnicas más eficientes y sostenibles.

El análisis de la actividad productiva de los actores clave, muestra que una parte significativa se dedica a la agricultura, lo que sugiere que los recolectores tienen una sólida experiencia en el manejo de recursos naturales y un conocimiento práctico, que puede facilitar la implementación de prácticas adecuadas en la explotación de insectos (Tarango, 2005); sin embargo, en otras áreas de aprovechamiento, la actividad económica principal es el comercio (Dinwiddie *et al.*, 2013). La familiaridad con la agricultura, puede influir en la forma en que estos actores, integran técnicas de recolección y manejo de insectos dentro de sus prácticas agrícolas existentes.

La ubicación de la localidad, puede inducir variaciones en la disponibilidad de recursos naturales, la tradición cultural relacionada con la recolección de insectos o el grado de desarrollo de las prácticas sostenibles en estas especies (Hernández *et al.*, 2017).

En cuanto al análisis de la participación por género en la recolección de insectos, se encontró que la tradición cultural y el acceso a los recursos económicos, tienden a favorecer con mayor participación masculina, limitando el acceso de las mujeres, a roles clave en la recolección (Juárez *et al.*, 2012). Sin embargo, estudios recientes, sugieren que la inclusión de más mujeres en esta labor, podría enriquecer la diversidad de enfoques y técnicas en la recolección, promoviendo prácticas más oportunas y equitativas (Suárez, 2005). La incorporación de mujeres, no solo diversificaría las perspectivas, sino que podría también potenciar la innovación en la cadena productiva-recolecta de insectos comestibles. Asimismo, reducir la brecha de género en estas actividades, es crucial para promover la adopción de tecnologías que mejoren el manejo y conservación de estos recursos naturales (Torcuato *et al.*, 2017).

La variabilidad en el precio del escamol, sugiere que es un producto accesible, pero con un nicho dispuesto a pagar más, probablemente impulsado por su creciente uso en la alta cocina. La fluctuación de precios, podría estar vinculada a su estacionalidad y la exclusividad de ciertas áreas de recolección (Ramos *et al.*, 2006; Briones *et al.*, 2022). El uso del gusano de maguey en platos tradicionales, refuerza su valor en el mercado, consolidando su prestigio en mercados locales e internacionales (Ramos *et al.*, 2012).

La variabilidad de precios de los insectos comestibles, se relaciona con su popularidad regional y la capacidad de los productores para ajustar la oferta a la demanda (Ramos *et al.*, 2006). Aunque el uso del gusano blanco en la gastronomía es menos frecuente que el del gusano rojo, en ciertas áreas, sigue siendo significativo, lo que mantiene su valor competitivo en el mercado (Van Huis *et al.*, 2013). Mientras que el gusano rojo se destaca por su estabilidad y valor alto, el escamol y el gusano blanco, muestran mayor variación en precio, lo que indica un mercado más dinámico y segmentado. Estos hallazgos, coinciden con estudios que destacan la revalorización de los insectos comestibles, como una fuente sostenible y nutritiva, con un interés creciente en mercados especializados (Barrios *et al.*, 2022).

El rango de ingresos por temporada que se percibe por la actividad-recolecta de escamol, sugiere que los recolectores en zonas con demanda alta o acceso a mercados *premium*, pueden obtener ingresos sustanciales, mientras que aquellos en áreas menos favorecidas, reciben cantidades más modestas; asimismo, Briones *et al.* (2022) indican que, los recolectores no están de acuerdo con los montos que perciben. La variación en los ingresos, podría estar relacionada con un mercado menos diversificado, donde la demanda y la oferta, son más consistentes (Van Huis *et al.*, 2013).

En conjunto, estos ingresos, no solo proporcionan un sustento para las comunidades rurales, sino también subrayan la importancia de la preservación y el manejo sostenible de estos recursos naturales (Rafael *et al.*, 2019). La importancia de estos insectos para generar una derrama económica significativa, resalta su valor como fuente alimenticia y motor económico en regiones con oportunidades limitadas de empleo. Este capital natural, si se maneja adecuadamente, puede contribuir al desarrollo económico local y promover prácticas sostenibles y por ende, la conservación de la biodiversidad asociada.

La variabilidad amplia en la cantidad de recolecta de insectos comestibles por día, puede explicarse por factores, tales como la ubicación geográfica, la experiencia del recolector y su disponibilidad estacional (Ortiz *et al.*, 2023). Este rendimiento alto, junto con sus precios de mercado elevados, subraya el potencial económico del escamol como un recurso clave para las comunidades rurales (Esparza *et al.*, 2008). A pesar de la producción baja diaria del gusano rojo, el valor de mercado, que supera al de otros insectos, compensa su extracción limitada, posicionándolo como un producto de lujo mayor en los mercados especializados (García *et al.*, 2023).

La comparación entre la producción de estas especies, revela una relación inversa entre la cantidad recolectada y el precio de mercado. El insecto con menor recolecta diaria, como el gusano rojo, tiende a alcanzar precios más altos, debido a su relativa escasez, mayor demanda y estabilidad alimentaria (García *et al.*, 2023). Esto resalta la importancia de gestionar cuidadosamente los recursos naturales para mantener la sostenibilidad del mercado de insectos comestibles, impulsando la conservación de las especies y la viabilidad económica de los recolectores (Van Huis *et al.*, 2013). La competencia por el uso de la tierra entre las actividades ganaderas, la industria mezcalera y la agricultura, está limitando los espacios propicios para la recolección de insectos comestibles (Romero *et al.*, 2024). De acuerdo con la percepción generalizada de que la producción de insectos comestibles va a la baja, lo cual coincide con lo documentado por Briones *et al.* (2022), refleja un riesgo importante para la continuidad de la recolección, ya que las políticas actuales, no logran mitigar el impacto negativo de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

El Análisis de Componentes Principales, mostró que el aprovechamiento de los insectos está interrelacionado y ofrecen una visión integral del proceso de recolecta. Por ejemplo, considerando la información de la recolecta de los tres insectos, resulta el CP1 que subraya la importancia de maximizar la recolección durante las temporadas críticas para obtener mayores ingresos. Sin embargo, este componente, no puede funcionar de manera aislada sin incluir al Componente de Manejo Sostenible y Gestión de Recursos (CP2). El Componente Sociodemográfico (CP3), destaca la importancia de la experiencia y el capital humano en el éxito del aprovechamiento de los insectos. Los recolectores con más experiencia y apoyo familiar, tienen una ventaja en la recolección, lo que, aunado con las buenas prácticas de manejo de los recursos, podría resultar en una actividad más eficiente. Lo anterior destaca, ya que los estudios que exploran la visión holística de los recolectores de insectos comestibles, son escasos.

Asimismo, los resultados del Análisis de Clusterización Jerárquica, muestran patrones de agrupación que varían en función del tipo de insecto. Pareciera ser que el gusano rojo, genera diversidad en las percepciones, probablemente por mayor variabilidad en su extracción o manejo, mientras que la recolecta del escamol y gusano blanco, agrupan a los actores clave en dos grupos más específicos y homogéneos en cuanto a su recolección y manejo. Es crucial implementar estrategias de manejo sostenible y diseñar políticas de manejo que aseguren una extracción equilibrada y rentable a largo plazo (Berumen *et al.*, 2021). Este enfoque, contribuiría a la preservación del ecosistema y al desarrollo económico local, tal como lo sugieren investigaciones previas sobre el manejo de insectos comestibles en comunidades rurales (De Luna *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

La recolección de insectos comestibles, enfrenta un reto en cuanto a la incorporación de un aprovechamiento sostenible. Los resultados, indican que la puesta en marcha de iniciativas que promuevan el desarrollo rural sostenible, combinadas con la valorización cultural y económica de esta actividad, son esenciales para asegurar su viabilidad.

El aprovechamiento de insectos comestibles en el centro-norte de México, depende de una combinación de recolecta eficiente, gestión adecuada de los recursos naturales y experiencia en la recolección. Estos factores, de manera equilibrada, podrían garantizar el desarrollo económico de los recolectores en el corto plazo y la sostenibilidad de la actividad y los recursos, a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Montoya Frausto, José Antonio Briones Santoyo, Miguel Morales Huerta, Miguel Morales García, Margarito Alfaro Briones y a los recolectores de El Tecamate, Pinos y Colonia Pámanes, Zacatecas; a los recolectores de San Juan sin Agua y Charcas, San Luis Potosí por su apoyo en esta investigación.

REFERENCIAS

- American Psychological Association. 2020. Publication manual of the American Psychological Association (7.^a ed.).
- Bald J, Borja, A Franco J, Castro R, Puig J. 1999. El análisis de Componentes Principales (ACP) como Herramienta de Cálculo Cuantitativo del Impacto Ambiental en Medio Marino. U.P.V, editor. V Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, A Coruña (Spain), pp: 1001-1014.
- Barrios ML, Peralta XP, Salazar R, Maldonado YI. 2022. Análisis físico y químico proximal, de tres especies de insectos comestibles en Guerrero, México. Acta Agrícola y Pecuaria. 8(1). 1-8. <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/472>.
- Berumen M, Valdez RD, Méndez SJ, Cadena J, Esparza A, Tarango LA. 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(6). 539-535. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/2558>.
- Briones JA, Tarango LA, Velázquez A, Reyes VJ, Salazar MA. 2022. Edible insect harvest in Pinos, Zacatecas, Mexico. Agro Productividad. 15(6). 37-49. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i6.2275>.
- Castellanos JC, Carrasco SAN. 2021. Educación Superior en México: las consecuencias del gobierno presidencial en el periodo 2018-2024 en la cobertura. Ensayo: Evaluación y Políticas Públicas en Educación. 30(115). 394-413. <https://doi.org/10.1590/S0104-403620210002902288>.
- Castro M, Chávez JC, Arellano AV. 2018. Modelos de intervención en trabajo social: Una propuesta metodológica para su construcción. Editorial ACANITS. Yucatán, México. <https://www.ojs.acanits.org/index.php/catalogo-libros-acanits/article/view/12/12>. 11 p.
- Chiswell HM. 2018. From Generation to Generation: Changing Dimensions of Intergenerational Farm Transfer. Sociologia Ruralis, 58(1). 104-125. <https://doi.org/10.1111/soru.12138>.
- Cruz JD, Crosby MM, Delgado A, Alcántara JL, Cuca JM, Tarango LA. 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 JD, Tarango LA, Alcántara JL, Pimentel J, Ugalde S, Ramírez G, Méndez SJ. 2014. Ha-

- bitat use by the “Escamolera” ant (*Liometopum apiculatum* Mayr) in central Mexico. *Agrociencia*. 48(6). 569-582. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1103/1103>.
- Cruz JD, Tarango LA, Alcántara JL, Ugalde S, Delgado A, Crosby MM. 2023. Densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) y su asociación con el hábitat en vegetación de matorral. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 29(3). 31-45. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.08.056>.
- Curts J. 1993. Análisis exploratorio de datos. Las aves de la Sierra Purépecha del estado de Michoacán. SARH División Forestal Coyoacán, México, DF. 1-14.
- Dallin J, Hadfield J, Garcia MD, Larsen R. 2021. Utah State University Extension Farm and Ranch Succession Program. Outcomes and Impact Quarterly, 1(1). <https://doi.org/10.26077/a087-63bf>.
- De Luna B, Macías FJ, Esparza G, León E, Tarango LA, Méndez SJ. 2013. Recolección de insectos comestibles en pinos Zacatecas: descripción y análisis de la actividad. *Agroproductividad*. 6(5). 35-45. <https://link.gale.com/apps/doc/A382430306/IFME?u=anon~a80cbfceysid=googleScholarlyxid=09fb5745>.
- Dinwiddie ML, Jones RW, Roitman P, Tarango LA, Malda GX. 2013. Estudio etnoentomológico de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) en dos localidades del Estado de Querétaro. *Agroproductividad*. 6(5). 27-32. <https://link.gale.com/apps/doc/A382430305/IFME?u=anon~1b95b1efysid=googleScholarlyxid=10797799>.
- Esparza G, Macías FJ, Martínez M, Jiménez MA, Méndez SJ. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyerías en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 42(2). 243-252. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/624>.
- García MA, Figueredo CJ, Bucio R, Leonel AL. 2023. Los Chinicuiles o gusanos rojos del maguey: Alimento de origen prehispánico amenazado por su sobreexplotación. *Biología Sociedad*. 6(12). 41-47. <https://doi.org/10.29105/bys6.12-90>.
- Góngora RD, Milán MJ, López F. 2020. Strategies and drivers determining the incorporation of young farmers into the livestock sector. *Journal of Rural Studies*. 78. 131-148. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.06.028>.
- Granados DS. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 252 p.
- Greenwood DJ, Levin M. 2007. Introduction to action research: Social research for social change (2.^a ed.). Sage Publications. 110 p.
- Guerrero JE, Lara P, Maroto F, Ortiz L. 2022. El relevo generacional y su importancia para el desarrollo de los territorios rurales. *Mediterráneo económico*. (35). 219-235. <https://publicacionescajamar.es/wp-content/uploads/2022/03/me-35-el-relevo-generacional-y-su-importancia-para-el-desarrollo-de-los-territorios-rurales.pdf>
- Hernández E, Tarango LA, Ugalde S, Hernández A, Cortez C, Cruz Y y Morales FJ. 2017. Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* M.) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 10(5). 10-17. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1012/866>.
- Llanderal C, De los Santos HM, Almanza I, Nieto R, Castillejos C. 2010. Establecimiento del gusano rojo en plantas de maguey en invernadero. *Acta Zoológica Mexicana*. (26). 1-6. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.261677>.
- Lin GF, Chen LH. 2006. Identification of homogeneous regions for regional frequency analysis using the self-organizing map. *Journal of Hydrology*. 324(1-4). 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.009>.
- McKnight DH, Chervany NL. 2006. The role of trust in e-commerce. *In: Proceedings of the International Conference on E-Commerce*. Springer. pp: 154-191.
- Mercado P, Nava RM. 2013. Calidad de vida y expectativas de migración en jóvenes de zonas rurales del Estado de México. *Población y Salud en Mesoamérica*. 10(2). 1-19. <https://doi.org/10.15517/psm.v10i2.8513>
- Navarro JM, Casas GM, González E. 2010. Principal Component and Regression Analysis for Categorical Data. Application to Arterial Hypertension. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*. 17(2). 199-230. <https://doi.org/10.15517/rmta.v17i2.2128>.

- Ortiz A, Pablo E, Pacheco R, López S. 2023. Entomofagia: seguridad alimentaria (disponibilidad y estabilidad) en una zona rural de Oaxaca, México. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 29(2). https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-23-0019_Final.pdf.
- Pearson K. 1901. LIII. 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 JL, Ramos E, Reyes C, Rosales LV, 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*. XIII(2). 71-85. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545055004>.
- Quintero B, Ramos B. 2018. Insectos Comestibles, Delicias Ancestrales del Presente: El gusano rojo (*Comadia redtenbacheri* H.) y el blanco del maguey (*Aegiale hesperiaris* W.). *El Pasado del Futuro Alimentario: Los alimentos Ancestrales Americanos*. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora: México. pp: 311-328.
- Rafael J, Tarango LA, Ugalde S, Cruz JD, Clemente F, Cadena J. 2019. Amplitud forrajera de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, *Hymenoptera: Formicidae*) en una zona semiárida del altiplano zacatecano. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 18(1). 05-19.
- Rafael J, Tarango LA, Ugalde S, Lozano EA, Ruíz VM, Bravo A. 2017. Sustratos forrajeros y de anidación de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, *Hymenoptera: Formicidae*) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 51(7). 755-769. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1325>.
- Ramos J, Pino JM, 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. <https://www.redalyc.org/pdf/424/42445304.pdf>.
- Ramos J, Pino JM. 2001. Contenido de vitaminas en algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*. 45(2). 66-76. <https://www.redalyc.org/pdf/475/47545206.pdf>.
- Ramos B, Quintero B, Ramos J, Pino JM, Ángeles SC, García Á, Barrera VD. 2012. Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el estado de México. *Interciencia*. 37(12). 914-920. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/914-c-PINO-7.pdf>.
- Rentería L, Cantú C, Estrada E, Marmolejo J, 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 LA, Martínez JF, Briones JA. 2024. Monitoreo del cambio del uso de la tierra como herramienta para el manejo de recursos naturales. *Agro-Divulgación*, 4(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i3.302>.
- Romero H, Tarango LA, Peredo E, Del Rosario J, Olmos G, Hernández E, López LA. 2024. 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>.
- Rosas OC, Hernández AD, Olvera JL, Guerrero JD, Aceves E, Tarango LA. 2015. Monitores comunitarios para la conservación e investigación participativa en áreas naturales protegidas. *Agroproductividad*: 5(8). 56-61. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/684/552>.
- Solís, P. 2018. La transición de la secundaria a la educación media superior en México: el difícil camino a la cobertura universal. *Perfiles Educativos*. 40(159). 66-89. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.159.58412>.
- Strauss A, Corbin J. 1998. *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2.^a ed.). Sage Publicación. 182 p.
- Suárez B. 2005. La jornada de trabajo de las mujeres campesinas e indígenas en proyectos productivos. *La integración económica de las mujeres rurales: Un enfoque de género*. Secretaría de la Reforma Agraria. México. 1. 189-223.
- Tarango LA. 2005. Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas

- de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(2). 17-21. <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545052003.pdf>.
- Van Huis A, Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. 2013. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>. 59 p.
- Zagata L, Sutherland LA. 2015. Deconstructing the young farmer problem in Europe: towards a research agenda. *Journal of Rural Studies*. 38. 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.01.003>.