

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 35, Número 66. Julio - Diciembre 2025

Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Saberes campesinos de productores de amaranto
en el control de la hormiga arriera en la Mixteca Poblana

Peasant knowledge of amaranth producers
in the control of the leaf-cutting ant in the Mixteca region of Puebla

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v35i66.1589>
e251589

Luis Josué Amaro-Leal*

<https://orcid.org/0009-0001-0253-5987>

luisjosuebiol@gmail.com

Ignacio Ocampo-Fletes*

<https://orcid.org/0000-0001-6311-1072>

ocampoif@colpos.mx

Pedro Antonio-López*

<https://orcid.org/0000-0001-6620-4549>

palopez@colpos.mx

Arturo Huerta-de la Peña*

<https://orcid.org/0000-0002-0409-2278>

arturohp@colpos.mx

Omar Romero-Arenas**

<https://orcid.org/0000-0003-0076-3609>

biol.ora@hotmail.com

Fecha de recepción: 05 de octubre de 2024.

Fecha de aceptación: 20 de mayo de 2025.

*Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México.

**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Autor para correspondencia: Ignacio Ocampo-Fletes*

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

Boulevard Forjadores de Puebla, No. 205.

Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, CP. 72760, Puebla, México.

Tel. (222) 285-14 45, Ext. 2032.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: identificar los saberes campesinos que los productores de amaranto conservan y usan para el control de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), en los municipios de Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla. Metodología: identificar el conocimiento campesino por medio de un cuestionario semiestructurado a 61 productores de la Unión de Sembradores de Amaranto. Resultados: el 55.7 % recurren a métodos químicos para el control de esta plaga. La práctica agroecológica más utilizada por los productores fue la rotación de cultivos (78.6 %). Se utilizan plantas repelentes (36.06 %) y extractos vegetales (22.95 %), además utilizan once plantas nativas como insecticidas y repelente de *Atta mexicana*, encontrando diferencias significativas en producción de amaranto. Limitaciones: esta investigación no consideró el aspecto del precio del producto ni de los insumos químicos, se recomienda en un futuro trabajo de investigación considerar el precio nacional de producción y de comercialización, así como el precio del control químico. Conclusiones: los productores de amaranto han generado, organizado y usado conocimientos y saberes sobre las plantas locales y las prácticas agroecológicas con efectos positivos para controlar *Atta mexicana* Smith (principal plaga que afecta la producción) y disminuir el daño en el cultivo.

Palabras clave: desarrollo regional, conocimiento tradicional, manejo agroecológico de plagas, prácticas agroecológicas, prácticas culturales.

Abstract

Objective: The objective was to identify the peasant knowledge that amaranth producers preserve and use to control the leaf-cutting ant (*Atta mexicana* Smith) in the municipalities of Zapotitlán Salinas and Caltepec, Puebla. Methodology: Identify peasant knowledge through a semi-structured questionnaire to 61 producers from the Union of Amaranth Planters. Results: The results showed that 55.7 % resort to chemical methods to control this pest. The agroecological practice most used by producers was crop rotation (78.6 %). Repellent plants (36.06 %) and plant extracts (22.95 %) are used; they also use 11 native plants as insecticides and repellents for *A. mexicana*, finding significant differences in amaranth production. Limitations: This research did not consider the aspect of the price of the product or chemical inputs; it is recommended in future research to evaluate the national price of production and marketing, as well as the price of chemical control. Conclusions: Amaranth producers have generated, organized, and used knowledge and expertise about local plants and agroecological practices with positive effects to control *Atta mexicana* Smith (the main pest affecting production) and reduce crop damage.

Keywords: regional development, traditional knowledge, agroecological pest management, agroecological practices, cultural practices.

Introducción

Desde el origen de la agricultura (cerca de diez mil años) inició un proceso de coevolución entre los ecosistemas y las culturas; actualmente estas relaciones se manifiestan en los territorios de los pueblos indígenas en una relación entre los seres humanos con los seres de la naturaleza, en una ética de reciprocidades expresadas en actitudes y sentimientos al momento de cultivar y cosechar (Boege, 2022). Con el descubrimiento de la agricultura el hombre inició un proceso de búsqueda de soluciones a sus problemas tomando los recursos naturales disponibles y comenzó así la generación de sus propios conocimientos (tácitos). Tales conocimientos forman parte de los saberes, producto de los conocimientos ancestrales heredados como patrimonio cultural que expresan una forma de vida para los campesinos, a través de practicar la agricultura de forma correcta para ellos (González-Santiago, 2008).

Los conocimientos tradicionales han sido generados, preservados, aplicados y utilizados por sociedades tradicionales como las comunidades y pueblos indígenas; son la base de su cultura para la comprensión y resolución de sus problemas sociales y ambientales y se consideran prácticas confiables y legítimas por la forma en que se han generado (Valladares y Olivé, 2015). Los saberes de los pueblos y culturas están basados en una relación directa, práctica y emotiva con la naturaleza. Son conocimientos que se generan en un lugar específico, se expresan en territorios donde existen culturas profundamente arraigadas en los contextos simbólicos, cognitivos y naturales de su propio entorno. Los grupos logran adaptarse y sobrevivir a un determinado hábitat local y van perfeccionando sus conocimientos o saberes con el paso del tiempo para adaptarse a esa realidad particular y concreta (Toledo, 2009).

Los pueblos originarios han desarrollado conocimientos tradicionales sobre diferentes plantas, por lo que muchos estudios se han enfocado al conocimiento del potencial de los recursos vegetales (etnobotánicos) y sus diferentes usos (Paredes-Flores, Lira y Dávila, 2007). En el caso de la

agricultura, las plantas cultivadas han estado sometidas al ataque de diferentes organismos como agentes nocivos, provocando pérdidas en los rendimientos (Delgado-Oramas, 2020); entre estos organismos se encuentran las plagas, como las hormigas. Actualmente *Atta mexicana* (Smith) representa un problema para los cultivos, por lo que los campesinos han implementado diferentes métodos de control, entre estos los tradicionales, como señalan Toledo y Barrera-Bassols (2008) es conocimiento ligado a las necesidades prácticas de uso y manejo de los ecosistemas locales, contruidos de manera práctica a lo largo de la historia para paisajes concretos, por lo que generalmente es conocimiento local, colectivo, diacrónico y holístico. Los campesinos han logrado conocimientos para diversos cultivos de importancia económica, social y cultural. Entre ellos, el amaranto (*Amaranthus* spp.) que se cultiva en México desde hace más de cuatro mil años (Ayala-Garay et al., 2014 poner todos los apellidos y, actualmente, el grano es especialmente benéfico para los grupos sociales vulnerables por su calidad nutricional (Aguilera-Cauich, Solís-Fernández, Ibarra-Morales, Cifuentes-Velásquez y Sánchez-Pino, 2021). Se considera un cultivo estratégico en la alimentación de las familias rurales, por la alta calidad de su proteína, que supera a cereales de uso común como el trigo, el arroz, la avena y el maíz (Mejía-Valvas, Gómez-Pando y Pinedo-Taco, 2020).

Por su significación, en México, en los últimos años, el amaranto ha aumentado su producción llegando en el 2021 a 6,023.05 toneladas en 3,129.04 hectáreas, registrándose el mayor rendimiento en los estados de Morelos, Oaxaca, Tlaxcala, México y Puebla. Para este último se registraron 3,508.56 toneladas en 1,779.00 hectáreas, lo que lo convierte en el estado con mayor producción de amaranto del país, con más de la mitad de la producción anual. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2021). Sin embargo, las pérdidas por los daños de enfermedades e insectos plagas hacen que los rendimientos no sean satisfactorios para los agricultores (Espitia, Miranda y Castillo, 1992). Entre las principales plagas que dañan el follaje y la panoja se encuentra la hormiga arriera (*A. mexicana*), considerados como los herbívoros más comunes y polífagos del

Neotrópico (Hölldobler y Wilson, 1990), debido a su potencial defoliador y a la gran diversidad de cultivos que atacan; por ello se les considera como una de las plagas más importantes que afectan la producción agrícola, forestal y ornamental, incluido el cultivo de amaranto (Serratos, Aragón-García, Pérez-Torres y Olguín, 2017).

A. mexicana (Smith) posee el hábito de cortar y coleccionar fragmentos de material vegetal para emplearlo como sustrato en el cultivo del hongo *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) (Viguera et al., 2017) con el cual desarrollaron una simbiosis de tipo mutualista a niveles fisiológico-morfológicos con el objetivo de una mayor eficiencia en la transformación del material vegetal en un alimento altamente nutricional (Espinoza et al., 2017). El hongo cubre los requerimientos de nutrientes y energía consumiendo una fracción de los carbohidratos liberados y produce protuberancias de hifas llamadas gongylidios, que contienen una mezcla de carbohidratos, aminoácidos, proteínas, lípidos, y vitaminas, que sirven de alimento a las hormigas adultas y larvas (Aylward et al., 2013; Rønhede, Boomsma y Rosendahl, 2004).

En el Valle de Tehuacán, Puebla, los productores se ven obligados a destinar recursos económicos para llevar a cabo el control de *A. mexicana* en los terrenos de cultivo de amaranto (Ríos-Casanova, Valiente-Banuet y Rico, 2004). Los insecticidas químicos de origen sintético son el método más empleado para mantener a las poblaciones de hormigas arrieras por debajo de umbrales de riesgo económico; no obstante, la aplicación de estos productos tiene efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana (Sanborn et al., 2007). Esta situación indeseable insta al desarrollo de métodos alternativos de bajo impacto ambiental y que representen un riesgo mínimo para la salud (Serratos et al., 2017), como las prácticas tradicionales generadas por los propios productores.

En este contexto los saberes campesinos representan una alternativa para el manejo de la hormiga arriera. El objetivo fue identificar los saberes campesinos que los productores de amaranto

conservan y usan para el control de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), en los municipios de Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio se compone por los municipios de Zapotitlán Salinas y Caltepec, en el estado de Puebla. Zapotitlán Salinas, se localiza en la parte sureste del estado (figura 1). Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°07'18" y 18°26'00" de LN y los meridianos 97°19'24" y 97° 39'06" de LW. Sus colindancias son: al norte con Tehuacán, al Sur con Caltepec, al oriente con San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán y Altepexi y al poniente con Atexcal y el estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Tiene una superficie de 427.75 km² que lo ubican en el octavo lugar con respecto a los demás municipios del estado. El municipio pertenece a la cuenca del Papaloapan en su mayor parte; solo el extremo suroeste pertenece a la cuenca del Balsas. El valle de Zapotitlán Salinas se caracteriza por su clima semiárido-semicálido (BSch), con lluvias escasas e irregulares durante el verano, alcanzando una precipitación media anual de 400 mm (INEGI, 2020).

El municipio de Caltepec se localiza en la parte sureste del estado de Puebla (figura 1). Sus coordenadas geográficas son los paralelos 17°56'42" y 18°14'30" de LN y los meridianos 97°18'06" y 97°37'18" de LW. Limita al norte con Zapotitlán Salinas y San Gabriel Chilac, al sur con el estado de Oaxaca, al este con San José Miahuatlán y al oeste con el estado de Oaxaca (INEGI, 2020). Registra una superficie de 391.74 km² que lo ubica en el lugar once con respecto a los demás municipios del estado. El municipio se localiza en la zona de climas secos (BSch) de la Sierra de Zapotitlán, con lluvias en verano y escasas a lo largo del año (INEGI, 2020).

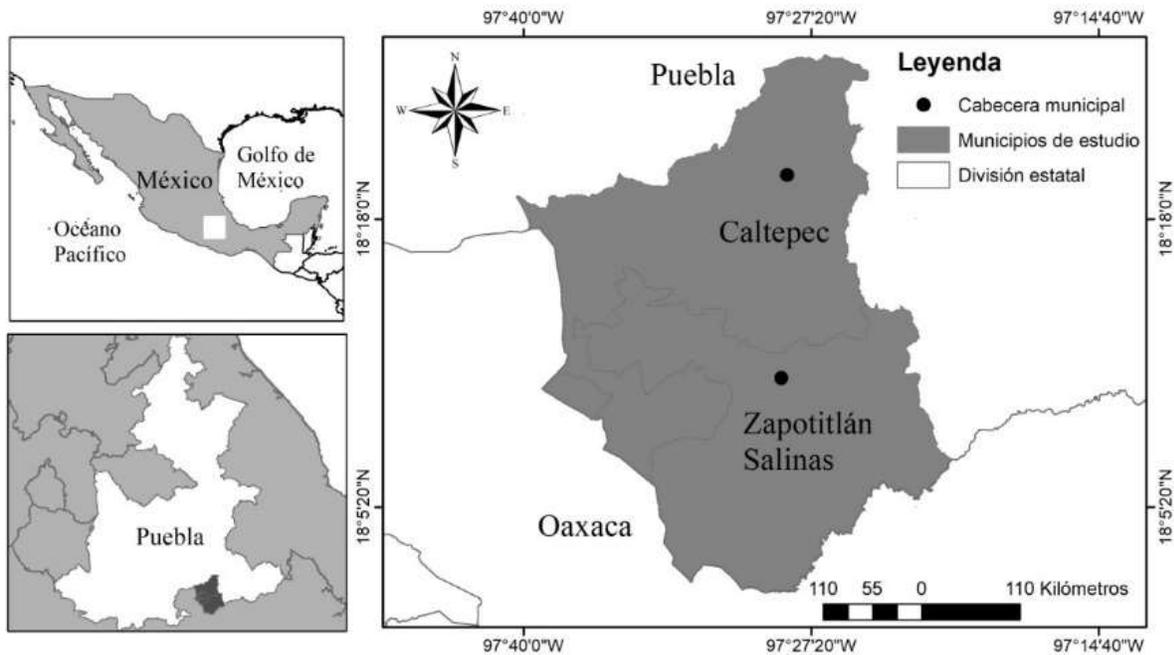


Figura 1. Ubicación geográfica de Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla, México. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, 2020.

Determinación de la muestra

Los participantes son productores de amaranto de ambos sexos residentes en las localidades de Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla. Se utilizó un diseño de muestreo cualitativo (Rojas, 2013) considerando una precisión (d) de 0.088; una distribución normal (Z) de 1.96 (valor $P < 0.05$), una posibilidad de ocurrencia (p_n) del 0.5, y una posibilidad de no ocurrencia del (q_n) 0.5, se realizó el cálculo de la muestra (n) con base en la lista de productores de amaranto (N=120) de ambos municipios.

$$n = \frac{N Z^2_{\alpha/2} p_n q_n}{N d^2 + Z^2_{\alpha/2} p_n q_n}$$

Donde:

n = Tamaño de Muestra

$Z_{\alpha/2}$ = Confiabilidad. Valor de Z (distribución normal estándar)

N = Tamaño de la Población

d = Precisión

p_n = Posibilidad de ocurrencia

q_n = Posibilidad de no ocurrencia

Resultando un tamaño de muestra de 61 productores, de los cuales, 43 pertenecen al municipio de Caltepec y 18 al municipio de Zapotitlán Salinas.

Técnicas de investigación cuantitativa

Se utilizó el método deductivo, se aplicó un enfoque cuantitativo para recabar, procesar y analizar variables cuantitativas. Se utilizó como técnica la encuesta, empleando como instrumento un cuestionario con cuarenta reactivos. Las variables se categorizaron en tres grupos: 1) características generales de los productores, 2) sistema de producción de amaranto, y 3) manejo de *A. mexicana*. Se realizó una prueba piloto de diez cuestionarios para ajustar el instrumento.

Recolección e identificación de plantas

Ejemplares de las once plantas identificadas para el control de la hormiga arriera se recolectaron en una prensa botánica de 50 cm por 50 cm, se llevaron al herbario del jardín botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) para su identificación taxonómica. Las plantas se encuentran en el Herbario del jardín botánico de la BUAP, con el código del herbario: HUAP, la identificación se hizo a cargo del Dr. Allen James Coombes, curador del herbario y jardín botánico de la Universidad.

Identificación morfológica de las hormigas

Para la correcta identificación de las hormigas se utilizaron las claves taxonómicas para los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae) de Mackay (1989), así como el manual de biodiversidad de hormigas en México de Ríos-Casanova (2014).

Procesamiento de la información

Con la información obtenida a través de las encuestas se elaboró una base de datos en Excel para determinar la centralidad, dispersión y asociación de las variables (media, desviación estándar, error estándar). La normalidad de las variables se corroboró por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirno. Así mismo se utilizaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) para determinar diferencias estadísticas significativas para las variables de prácticas agroecológicas. Los datos se analizaron utilizando el software estadístico IBM-SPSS versión 22.

Resultados y discusión

Datos generales de productores de amaranto

La edad de los productores ($n=61$) oscila entre los 35 y 80 años, con una media de 56.6 años. En un estudio realizado por Ayala-Garay et al. (2014) con productores de amaranto en los estados de Puebla, Morelos y Tlaxcala se encontró una media de edad de 48 años con una variación entre los 34 a 72 años, media y rango menores con los resultados de esta investigación. Ambos estudios concuerdan sobre el envejecimiento del campesinado en México, debido principalmente a la migración nacional e internacional de la población joven en edad productiva. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2014).

El nivel de escolaridad primaria fue predominante (62.2 %), seguido de secundaria (31.1 %), además, se observó que aún existen productores que conservan su lengua indígena (27 %), de igual manera en el estudio realizado por Ayala-Garay et al. (2014). La escolaridad básica (primaria) fue

predominante con el 57 %, en ambos estudios poco más de la mitad tienen un nivel educativo elemental (tabla 1), principalmente por las carencias en infraestructura educativa y debido a las condiciones económicas prevalecientes en décadas anteriores, que han significado considerables obstáculos a la población rural para acceder a la educación formal (Sagarpa, 2014).

En su mayoría los productores entrevistados pertenecen al sexo masculino (72.1 %), así mismo, en la tenencia de la tierra predomina el régimen comunal (78.6 %), seguido de la ejidal (11.4 %) y finalmente la propiedad privada (11.4 %), lo que contrasta con lo encontrado por Ayala-Garay et al. (2014) donde mencionan que en su mayoría los productores de amaranto (81.2 %) cultivan tierras ejidales y aproximadamente el 70 % son ejidatarios.

Tabla 1.
Características generales de productores de amaranto en Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla, México.

Variables	Productores de amaranto n=61	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Edad		
≤ 46 años	18	29.5
47-59 años	16	26.2
60-72 años	17	27.8
73-84 años	10	16.3
Nivel de instrucción		
Primaria	38	62.2
Secundaria	19	31.1
Bachiller	3	4.9
Técnico	1	1.6
Lengua Indígena		
Si	17	27.8
No	44	72.1
Sexo		
Masculino	44	72.1
Femenino	17	27.8
Tenencia de la tierra		
Ejidal	7	11.4
Comunal	48	78.6
Propiedad	6	9.8

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

La mayor parte de los productores en la región de estudio, siembran pequeñas superficies agrícolas menores a una hectárea (49.1 %) y pocos trabajan extensiones mayores a cinco hectáreas (6.5 %). En cuanto a la superficie dedicada a la siembra de amaranto, la mitad de los productores (50.8 %) no rebasa el cuarto de hectárea, mientras que el 32.7 % siembra entre 0.25 a 0.5 hectáreas, solo el 16.3 % siembran de 0.5 a 1.0 hectárea (tabla 2). Comparándolo con el trabajo de Ayala-Garay et al. (2014) la superficie es menor de cinco hectáreas, como el caso de la presente investigación. La gran mayoría de productores tienen como propósito la comercialización (88.5 %), un porcentaje bajo lo usa para autoconsumo (6.5 %) y solo el 5.0 % posee un propósito mixto, esto coincide con lo mencionado por Warman (2001), sobre la existencia de una agricultura campesina con producción orientada al mercado local, con el fin de contribuir a la economía familiar. La producción de amaranto se caracteriza por ser baja, debido a las condiciones climáticas de la región de estudio (Santos-Tanús, Aldasoro-Maya, Rojas-Serrano y Morales, 2019). El 47.5 % obtiene una producción menor a 200 kg ha⁻¹, mientras que el 34.4 % mantiene una producción entre 250 a 1,000 kg ha⁻¹; sin embargo, la menor proporción de tierras destinadas para la producción de amaranto (18 %) obtiene los mayores rendimientos (tabla 2). No obstante, el rendimiento promedio que se obtuvo fue de 1,460 kg ha⁻¹, resultado que está por debajo de la media nacional; según datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Siacon-Sagarpa, 2021) es de 1,660 kg ha⁻¹

Tabla 2.

Características generales de producción de amaranto en Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla, México

Variables	Productores de amaranto n=61	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Superficie Agrícola total (ha)		
≤ 1 ha	30	49.1
1.1-5 ha	27	44.2
>5 ha	4	6.5
Superficie Amaranto		
≤ 0.25 ha	31	50.8
0.26-0.5 ha	20	32.7
0.5-1 ha	10	16.3
Propósito Amaranto		
Comercialización	54	88.5
Autoconsumo	4	6.5
Mixto	3	4.9
Producción Amaranto (kg*ha)		
≤ 200 kg	29	47.5
250-1000 kg	21	34.4
>1000 kg	11	18.0

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Saberes campesinos para el control de hormiga arriera (A. mexicana)

A. mexicana es de suma importancia para los productores de amaranto (52.4 %) en la región de Tehuacán, Puebla, debido a las pérdidas económicas que genera (tabla 3); coincidiendo con los trabajos realizados por Ríos-Casanova et al. (2004) y Serratos et al. (2017). El 62.2 % de los productores mencionaron que no existe una época específica en que la hormiga se presente, ya que tiene su actividad durante todo el ciclo agrícola, lo que coincide con lo señalado por Vergara (2005), sobre la actividad del género *Atta* en diferentes cultivos. Los productores de amaranto reconocen a la hormiga arriera y a la hormiga roja (*Solenopsis* spp.) (75.4 %) y en menor porcentaje, reconocen tres o más tipos de hormigas, agregando la hormiga negra (*Camponotus* spp.) y la chicanela (*Pheidole* spp.) (6.5 %) a las antes mencionadas (tabla 3). Lo anterior coincide con el trabajo realizado por Muñoz-Gómez (2017), donde se identificaron diversas especies de hormigas reconocidas por los indígenas del departamento del Vaupés, Colombia.

Respecto a los horarios de actividad de la hormiga arriera presentes en las parcelas del cultivo de amaranto, el 95.0 % de los productores coinciden que su mayor actividad es durante la noche, con un horario de 8:00 p. m. a 4:00 a. m., resultados similares a los reportado por Serratos et al. (2017). Entre los métodos de control de la hormiga arriera que utilizan los productores de amaranto en los municipios de estudio, sobresale el método químico, el cual es utilizado por el 55.7 % de los productores y utilizan principalmente el insecticida comercial organofosforado metil-paratión. Esto ha sido mencionado por Serratos et al. (2017), quien señala que el uso de pesticidas químicos es la forma más generalizada de combatir a la hormiga arriera. El producto es un insecticida de contacto que debe ser vertido en el hormiguero. Por sus características, pueden llegar a poca profundidad y tiene un nivel de contaminación alto, afectando en muchos casos a la fauna benéfica (Vergara, 2005).

Un 14.7 % de la población prefieren utilizar métodos biológicos para el control de la hormiga arriera; el 11.4 % prefiere el método cultural y el 18.0 % opta por utilizar el método combinado. Un trabajo realizado por Muñoz-Gómez (2017), describe el manejo de estas hormigas cortadoras de hojas, con ácido cianhídrico obtenido de la planta llamada Manicuera, el cual es producto de la transformación de la yucabrava, que se aplica a los nidos y repele a las hormigas. Otra de las estrategias es el consumo de adultos en épocas de vuelo, esta estrategia constituye parte de la dieta de este grupo social.

Tabla 3.
Saberes campesinos sobre hormiga arriera (*Atta mexicana*)

Variables	Productores de amaranto n=61	
	Frecuencia	Porcentaje (%)
Principales plagas		
<i>Atta mexicana</i>	32	52.4
Otros insectos	10	16.3
Aves	8	13.1
Mamíferos	11	18.0
Meses de actividad de <i>Atta</i>		
Todo el ciclo agrícola (Mayo-Noviembre)	38	62.2
Junio-Septiembre	22	36.0
Octubre-Noviembre	1	1.6
Diferentes tipos de hormigas		
1 (Una)	11	18.0
2 (Dos)	46	75.4
3 o más (Tres o más)	4	6.5
Horas de actividad de <i>Atta</i>		
Mañana (5 a.m.-11 a.m.)	0	0
Tarde (12 p.m.-5 p.m.)	3	4.9
Noche (8 p.m.-4 a.m.)	58	95.0
Método de control para <i>Atta</i>		
Cultural	7	11.4
Químico	34	55.7
Biológico	9	14.7
Combinado	11	18.0

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Prácticas agroecológicas

Los productores de amaranto realizan una serie de prácticas agroecológicas que pueden considerarse como control cultural o biológico (tabla 4). Dentro de estas prácticas la más común es la rotación de cultivos (78.6 %), mientras que la aplicación de ceniza (4.9 %) o estiércol de la misma hormiga arriera (3.2 %) no son prácticas muy frecuentes entre los productores de amaranto, por su baja disponibilidad y eficacia.

Tabla 4.

Prácticas agroecológicas utilizadas por los productores de amaranto

Prácticas Agroecológicas	Función contra <i>A. mexicana</i>	Frecuencia acumulada	Porcentaje (%)	Eficacia (Frecuencia)		
				Alta	Media	Baja
Hongo tortilla	Insecticida y repelente	6	9.8	2	1	3
Hongo naranja	Insecticida y repelente	8	13.1	2	3	3
Extractos vegetales	Repelente	14	22.9	4	6	4
Plantas repelentes	Distractor, insecticida y repelente	22	36.0	3	10	9
Ceniza	Repelente	3	4.9	0	3	0
Estiércol de <i>Atta</i>	Repelente	2	3.2	0	1	1
Rotación de cultivos	Repelente	48	78.6	8	30	10

La escala de Alta, Media y Baja fue una pregunta del cuestionario para conocer la eficacia de las prácticas agroecológicas en opinión de los productores. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Las prácticas agroecológicas mencionadas anteriormente se utilizaron como criterio de clasificación de acuerdo con la productividad referida por los productores de amaranto (tabla 5), encontrando diferencias significativas ($p=0.042$) con la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 5.

Producción de amaranto con diferentes prácticas agroecológicas

Prácticas Agroecológicas	Producción de amaranto (t)		<i>p-Value</i>
	Mediana	SD	
Rotación de cultivos	0.08a	0.2	0.042*
Hongo tortilla	0.07a	0.06	
Hongo naranja	0.05a	0.07	
Extractos vegetales	0.08a	0.19	
Plantas repelentes	0.13b	0.14	
Ceniza	0.08a	0.3	
Estiércol de <i>Atta</i>	0.05a	0.001	

*=diferencias estadísticas significativas con $P<0.05$, Medianas con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente ($p = 0.05$). Fuente: tabla elaborada con datos de campo.

La presencia de prácticas agroecológicas indica que existe un conocimiento tradicional asociado a la producción del amaranto en la región de estudio. Este conocimiento es un proceso de adaptación sociocultural a condiciones ambientales y socioeconómicas particulares de la zona

productora, asociado con el avance científico y tecnológico que se ha desarrollado con el proceso de evolución en la escala humana, como lo menciona Sánchez-Olarte, Argumedo-Macías, Álvarez-Gaxiola, Méndez-Espinoza y Ortiz-Espejel (2015).

Descripción de prácticas agroecológicas

Rotación de cultivos: dentro de las prácticas agroecológicas, el 78.68 % de los productores entrevistados realizan rotación de cultivos, que sirve para que la tierra descanse para aumentar el rendimiento de los cultivos, no disminuyan los nutrientes de la tierra y ahuyentar las plagas. La rotación se lleva de diferentes formas: en la misma parcela, un año se siembra amaranto, al siguiente año maíz y al siguiente se repite amaranto; o un año amaranto, al siguiente trigo y posteriormente amaranto. También se puede rotar el amaranto con frijol, amaranto con haba, amaranto con calabaza y amaranto con avena. La rotación de cultivos se ha evaluado en diferentes trabajos, Mendoza-Robles y Hernández-Romero (2018) en Chiautzingo, Puebla, realizaron rotación de cultivos en diversos años, alternando amaranto, chile (*Capsicum* spp.), frijol de mata (*Phaseolus* spp.) y maíz cacahuacintle (*Zea mays* spp.), reportando menor incidencia de plagas que en parcelas donde no hubo rotación. De la misma manera López, Fletes, Sánchez, Macías e Hidalgo (2018) mencionan que las unidades de producción campesinas realizan rotación de cultivos cada tercer ciclo, así como la incorporación de abonos orgánicos y la relación del proceso de producción con los movimientos lunares, logrando en conjunto su seguridad alimentaria.

Plantas repelentes: varias especies de plantas pueden repeler o causar alteración del comportamiento, o tener un efecto tóxico en las hormigas y/o un efecto inhibitorio sobre el hongo simbiótico debido a la presencia de metabolitos secundarios (Nelson, Acosta y Mooney, 2019). Los compuestos pueden servir como poderosos tóxicos para disuadir a los insectos y otros herbívoros de alimentarse y, en algunos casos, servir como punto de partida para el desarrollo de

nuevos insecticidas. Una de las alternativas potenciales para el manejo de hormigas corta hojas son los extractos de plantas locales, cuyos compuestos actúan como repelentes o inhibidores del hongo *L. gongylophorus*. El 36.06 % de los productores de amaranto utilizan las plantas de la región para el control de diferentes organismos plaga que presenta el cultivo de amaranto, siendo *Ipomoea pauciflora* subsp. *Pauciflora* Mart. et Galeotti, conocido como cazahuate el más utilizado por los productores (9.83 %). Se han reportado diversos compuestos orgánicos volátiles (COV's) de *Ipomoea* spp. como repelentes de la hormiga defoliadora *A. mexicana* (Mila-Arango et al., 2014). Otras plantas reportadas por los productores de amaranto son *Ruta chalepensis* L. (ruda), *Argemone platyceras* Link et Otto (chicalote) y *Varronia curassavica* Jacq. (San Pablito) (3.27 %), que se consideran plantas distractoras de la hormiga defoliadora.

Hongo de la tortilla: el 9.84 % de los productores de amaranto utilizan el hongo de la tortilla como insecticida y repelente. De acuerdo con Aragón-García et al. (2016) este hongo es un compendio formado por *Penicillium purpurogenum* S., *Aspergillus flavus* L., *Monilia* sp., *Mucor* sp. y *Rhizopus* sp. Se utilizan de cien a 250 gramos de polvo de moho (hongo) que se genera en la tortilla húmeda descompuesta y se coloca cubriendo el hormiguero y sus alrededores. Ello se hace una o dos veces entre los meses de junio a septiembre. Serratos et al. (2017) evaluaron nueve tratamientos en contra de la actividad forrajera de *A. mexicana*. Resultó el tratamiento del complejo de los hongos de la tortilla, el que presentó una disminución del número de individuos activos del cien por ciento después de la cuarta aplicación, lo cual demostró la efectividad contra esta especie. Para la utilización de estos hongos se requiere tener especial cuidado con las micotoxinas que generan, ya que estas pueden ser un riesgo para la salud humana, se recomienda en su manejo controlar la humedad y temperatura, evitar daños en los granos y usar prácticas de almacenamiento seguras (Padrón, Delgado, Méndez y Carrillo, 2013).

Hongo de la naranja: para esta práctica cultural, el 13.14 % de los productores de amaranto han utilizado el hongo de la naranja como insecticida y repelente de la hormiga arriera. El hongo es un complejo de hongos integrado por: *A. flavus*, *Fusarium oxysporum* S., *Penicillium digitatum* Sacc., *Penicillium italicum* Wehmer y *Penicillium variable* S. (Ochoa, Hernández-Montiel, Latisnere-Barragán, De La Luz y Larralde-Corona, 2007). El hongo de la naranja es usado principalmente en los meses de junio a septiembre, dos veces a la semana. Los productores refieren el uso de esta práctica de la siguiente manera: “La cáscara de la naranja se deja descomponer (un kilogramo de cáscara) y una vez que está repleto de hongo se tapa el hormiguero y el camino hacia el hormiguero, repartiendo la cáscara, lo cual sirve para ahuyentar a las hormigas” Silvano Santos Carrasco (comunicación personal, 14 de marzo, 2021).

Extractos vegetales macerados: de igual manera sobresale el uso de extractos vegetales o también conocidos como macerados que se utilizan como repelente de la hormiga arriera. Los macerados vegetales, son a base de chile (*Capsicum frutescens* L.), ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.); se muelen y se aplican con un aspersor sobre las plantas que se quieran proteger, esto ahuyenta a la hormiga y a otros insectos. Esta práctica cultural se utiliza en los meses de junio a octubre, y se aplica una vez cada semana cuando no llueve. Castaño-Quintana, Montoya-Lerma y Giraldo-Echeverri (2013) mencionan que los extractos del follaje de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) sobre *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) disminuye la actividad forrajera *in vitro*.

Bigi et al. (2004) mencionan la actividad biológica de extractos de hojas de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) sobre aislados de hormiga cortadora de hojas *Atta sexdens* L. *in vitro*, reportando hasta un 70 % de mortalidad. En este sentido, Pantoja-Pulido et al. (2020) obtuvieron una mortalidad del 80 % en hormigas obreras de *A. cephalotes*, por ingestión a diferentes extractos de *T. diversifolia in vitro*.

Ceniza: La ceniza es utilizada por el 4.9 % de los productores de amaranto; la ceniza proviene de la leña que se usa en el hogar, y sirve como repelente de la hormiga arriera. Los productores refieren el uso de esta práctica de la siguiente manera: “La ceniza se rocía a la planta directamente, además de ahuyentar a los insectos, previene enfermedades. También se puede aplicar directamente en el hormiguero para ahuyentar a la hormiga” Eloy Salazar Ávila (comunicación personal, 17 de marzo, 2021). En un estudio realizado por Silva-Aguayo, Gómez, Gallo y Bustos (2004), se evaluaron siete polvos inertes a diferentes porcentajes (0.1, 1 y 2 % p/p), para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en condiciones de laboratorio, entre estos polvos inertes, se encontraba ceniza de carbón de espino (*Acacia caven* Seigler y Ebinger), resultando un efecto significativo sobre la mortalidad (19.0, 39.5 y 34.9 %) en *S. zeamais in vitro*.

La ceniza, además, ha sido utilizada como fertilizante en algunos cultivos y también aumenta el pH en el suelo (Solla-Gullón, Rodríguez-Soalleiro y Merino, 2001). Arias-Cedeño, López-Sánchez, Sainz-Rosales, Verdecia-Casanova y Eichler-Löbermann (2021) evaluaron la aplicación de cenizas en el cultivo de *Lactuca sativa* L. (Lechuga) en condiciones controladas y de campo, demostrando un efecto positivo sobre las variables de crecimiento de las plantas y también en el rendimiento. Las cenizas restituyeron las pérdidas de los macronutrientes; además, su disponibilidad y bajo costo de permiten su uso como fertilizante mineral natural.

Estiércol de Atta: la práctica que menos se utiliza es aplicar el estiércol de *Atta* como repelente (3.2 %). Se le nombra estiércol de *Atta* a la materia que se encuentra alrededor de los hormigueros y que son residuos orgánicos que las hormigas sacan de su hormiguero; este estiércol se recolecta y coloca dentro y alrededor de otro hormiguero. Los productores utilizan esta práctica para ahuyentar a las hormigas de otros hormigueros. Fortanelli y Servín (2002) reportan que el estiércol de la

hormiga arriera tiene un alto contenido de nitrógeno y pH ácido (5.8), que actúan como repelente de la hormiga arriera.

Utilización de plantas nativas: Los productores de amaranto han utilizado plantas a través del tiempo como control para la hormiga arriera; algunas de estas plantas sirven como cebo para que las hormigas las corten y no ataquen los cultivos, otras como repelente y/o insecticida de las hormigas (tabla 6). Los resultados coinciden con lo encontrado por Ayala-Enríquez, Cuevas-Salgado y Montes-de Oca (2018) en donde se identificaron doce plantas silvestres y una cultivada, pertenecientes a ocho familias botánicas. Nueve especies presentaron follaje suculento que los productores ponen a las hormigas como alimento para distraerlas de posible ataque al maíz.

Tabla 6.
Plantas utilizadas por los productores para el control de hormiga arriera

Nombre común y científico	Familia	Función contra <i>A. mexicana</i>	Porcentaje de productores que la utilizan (%)	Opinión sobre eficacia		
				Alta	Media	Baja
Cazahuate (<i>Ipomoea pauciflora</i> subsp. <i>Pauciflora</i>) Mart. et Galeotti	Convolvulaceae	Cebo distractor	9.83	0	4	2
Venenillo 1 (<i>Datura stramonium</i> L.)	Solanaceae	Repelente e insecticida	4.90	0	2	1
Pirul (<i>Schinus molle</i> L.)	Anacardiaceae	Cebo distractor	6.55	0	3	1
Soliman (<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega)	Euphorbiaceae	Repelente e insecticida	8.19	2	2	1
Ruda (<i>Ruta chalepensis</i> L.)	Rutaceae	Repelente	3.27	0	2	0
San Pablito (<i>Varronia curassavica</i> Jacq.)	Boraginaceae	Repelente e insecticida	3.27	0	2	0
Teclate (<i>Pseudosmodium andrieuxii</i> Baill.)	Anacardiaceae	Repelente	4.90	1	2	0
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	Euphorbiaceae	Repelente	4.90	0	2	1
Chicalote (<i>Argemone platyceras</i> Link et Otto)	Papaveraceae	Repelente	3.27	0	1	1
Capulin de monte (<i>Krameria cytisoides</i> Loeffl.)	Krameriaceae	Repelente e insecticida	4.90	1	2	0
Venenillo 2 (<i>Cascabela thevetioides</i> (Kunth) Lippold)	Apocynaceae	Repelente e insecticida	4.90	0	3	0

La escala de Alta, Media y Baja fue una pregunta del cuestionario para conocer la eficacia de las plantas en opinión de los productores. Fuente: elaboración propia con datos de campo.

A continuación, se describe brevemente las características más relevantes de acuerdo con su aplicación en la zona de estudio

A) Cazahuate (Ipomoea pauciflora subsp. Pauciflora) Familia Convolvulaceae

El 9.8 % de los productores utiliza el cazahuate como un cebo distractor de la hormiga arriera. Se utilizan las ramas del cazahuate, colocando en el hormiguero y en el camino de las hormigas. Las hormigas se comen las hojas de cazahuate y dejan de atacar el cultivo de amaranto. Esta planta se utiliza de mayo a agosto, y se coloca diariamente o cada tres días. Mila-Arango et al. (2014) encontraron que *I. pauciflora* tiene un 18.19 % de proteína, por lo que a pesar de que la planta contiene alcaloides, no es tóxico para la hormiga.

B) Venenillo 1 (Datura stramonium) Familia Solanaceae

El venenillo (*D. stramonium*) es utilizado por los productores de amaranto (4.90 %) como repelente e insecticida. Para la preparación, se muelen aproximadamente 15 hojas y se agregan tres litros de agua, para luego esparcir, tanto a la planta como dentro del hormiguero. Para el venenillo se ha reportado la presencia de alcaloides en hoja, tallo y raíz, algunos de los alcaloides son la atropina, la cual es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica, lo que produce algunos efectos sobre el sistema nervioso central de algunos insectos, mientras que la hiosciamina provoca desorientación (Flores-Villegas et al., 2019). En otro estudio realizado por Sandoval-Reyes (2013), se evaluó la actividad biológica de varios extractos foliares, entre ellos el de *D. stramonium* contra *Diaphorina citri* (Kuwayama), se obtuvo como resultado que el extracto foliar de *D. stramonium* (79 %) fue la segunda planta que presentó mayor porcentaje de mortalidad, después de la *Psidium guajava* L. (guayaba).

C) Pirul (*Schinus molle*) Familia Anacardiaceae

Esta planta es utilizada por el 6.5 % de los productores de amaranto, se utiliza como cebo distractor. Las ramas de pirul de los árboles se cortan y se colocan en la periferia del hormiguero, así como en el camino de las hormigas; debe hacerse diario o tres veces por semana, dependiendo de la actividad de *A. mexicana*. La actividad insecticida y biocida del pirul ha sido evaluada en algunos estudios, encontrando que tiene un efecto ecotoxicológico en contra de las larvas de *Ceraeochrysa asoralis* (Bank) (CL50 a 48 h = 32.2 %) (Iannacone y Alvaríño, 2010).

D) Soliman (*Croton ciliatoglandulifer*) Familia Euphorbiaceae

La planta soliman es utilizada por 8.1 de los campesinos como repelente e insecticida. Se utiliza aproximadamente un kilo de las hojas de la planta, se muelen y se le agregan veinte litros de agua, se rocía sobre las plantas, este extracto alcanza para media hectárea. Se debe aplicar dos veces entre los meses de agosto a octubre. El efecto repelente e insecticida de esta planta puede deberse a los glucósidos y resinas que contienen, éstas se evaluaron contra *Spodoptera littoralis* (Boisduval) donde se observó una reducción en los porcentajes de emergencia en adultos (Aragón et al., 2002).

E) Ruda (*Ruta chalepensis*) Familia Rutaceae

La ruda es utilizada por el 3.27 % de los entrevistados y se usa como repelente de la hormiga arriera. Se muelen 500 gramos de la planta y se mezcla en 20 litros de agua, para después rociar las plantas, eso evita el ataque de la hormiga. El rociado lo realizan cada diez días durante un mes. *R. chalepensis* posee actividad fungicida e insecticida (Mancebo, Hilje, Mora, Castro y Salazar, 2001), por otra parte, se ha reportado que la ruda contiene aproximadamente el 40 % de rutina (flavonoide) en el extracto crudo; en la evaluación de un producto combinando del extracto con varios coadyuvantes, causaron fagodisuasión en las larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller), cuya

larva barrena el brote principal de caobas (*Swietenia* spp.) y cedros (*Cedrela* spp.) aportando excelente protección a los árboles (Barboza, Hilje, Durón, Cartín y Calvo, 2010).

F) San Pablito (Varronia curassavica) Familia Boraginacea

La planta San Pablito (*V. curassavica*) es utilizada por el 3.2 % de los productores de amaranto, actúa como repelente e insecticida. Las ramas se cortan y se colocan en el hormiguero y en el camino de las hormigas. Se ha reportado que el aceite esencial de *V. curassavica* inhibe hasta el 75 % del crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) (De Castro-Nizio et al., 2015). Esta inhibición en el crecimiento de los hongos puede ser la razón del efecto repelente e insecticida en contra de *A. mexicana*, ya que daña al hongo con el que la hormiga arriera tiene una simbiosis (*Leucoagaricus gongylophorus* (Singer) Möller). Este efecto se observó en otro estudio de la misma investigación.

G) Teclate (Pseudosmodium andrieuxii) Familia Anacardiaceae

Esta planta es utilizada por el 4.9 % de los productores, tiene un efecto como repelente. Las ramas del árbol son cortadas y colocadas en la entrada del hormiguero, así como en el camino que generan las hormigas, esto las ahuyenta. Las ramas se colocan tres veces por semana, y se pueden aumentar los días de aplicación si la actividad de *A. mexicana* es mucha. Esta planta contiene Urushiol, un fenol tóxico, así como biflavonoides en hojas y corteza (Aguilar-Ortigoza, Sosa y Aguilar-Ortigoza, 2003).

H) Higuierilla (Ricinus communis) Familia Euphorbiaceae

El 4.9 % de los productores utilizan la semilla de la higuierilla como repelente. Muelen cien gramos de la semilla y le agregan tres litros de agua. La preparación se rocía en toda la planta de amaranto, al menos tres veces al mes, entre junio y octubre. Se puede utilizar para diferentes plagas y enfermedades de los cultivos. Se le han encontrado efecto nematicida (De Jesús, Guzmán y Mejía,

2012), mortalidad de larvas de *Plodia interpunctella* (Hbn) (Collavino, Pelicano y Giménez, 2006) y también se puede usar como bioinsecticida, debido a que puede controlar al insecto *Rhyzopertha dominica* (F.) en dosis bajas y en corto tiempo de exposición (Wong-Corral et al., 2017).

I) Chicalote (Argemone platyceras) Familia Papaveraceae

La semilla de chicalote es usada como repelente. El 3.27 % de los productores de amaranto la ha utilizado. Se muelen doscientos gramos de la semilla de chicalote y se le agregan cinco litros de agua. La preparación se ocupa para rociar las plantas, se puede hacer desde mayo cuando las plantas de amaranto se encuentran recién trasplantadas y hasta después de la primera labranza (julio). El chicalote podría funcionar como repelente debido a que contiene alcaloides como argemonina, munitagine, laudanosine, protopine entre otros compuestos (Siatka et al., 2017).

J) Capulín de monte (Krameria cytisoides) Familia Krameriaceae

El capulín de monte es utilizado por 4.9 % de los productores de amaranto, como repelente e insecticida. Las ramas del capulín se cortan y se colocan en la entrada del hormiguero, así como en el camino de la hormiga, esto las ahuyenta y también llega a matarlas. En un trabajo realizado por Romero-Origel, Pérez- Gutiérrez, Ramos-López, Zavala-Sánchez y Sánchez-Mendoza (2012) se evaluó el compuesto químico de *K. cytisoides* llamado kramecyne, se encontró que tiene actividad insecticida en contra de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a bajas concentraciones.

K) Venenillo 2 (Cascabela thevetioides) Familia Apocynaceae

El venenillo (*C. thevetioides*) es utilizado por el 4.9 % de los productores de amaranto, como repelente e insecticida. Se colocan las ramas en la entrada del hormiguero, esto las ahuyenta y hasta llega a matarlas. Estudios reportan que las semillas de *C. thevetioides*, tiene compuestos químicos como: neriifolina, acetilneriifolina, acetilperuvoside, thevetin A, B y C y acetylthevetin A, B y C, los cuales son repelentes de algunos insectos (Balderas-López, Barbonetti, Pineda-Rosas, Tavares-

Carvalho y Navarrete, 2019). Diferentes autores señalan que los extractos vegetales de las plantas anteriores causan los siguientes efectos (tabla 7):

Tabla 7.

Efectos reportados de los extractos vegetales de las plantas utilizadas por los productores de amaranto en las localidades de Zapotitlán Salinas y Caltepec, Puebla

Nombre común	Autores	Estudio
Casahuate (<i>Ipomoea pauciflora</i> subsp. <i>Pauciflora</i>)	Mila-Arango et al., 2014.	Se encontraron metabolitos secundarios al realizar el análisis fitoquímico, identificando un alto contenido de taninos y flavonoides, y la presencia notable de terpenoides y alcaloides libres y liberados, nerolidol y espatulenol
Venenillo 1 (<i>Datura stramonium</i>)	Flores-Villegas et al., 2019.	Repelencia y mortalidad de la mosca sierra en <i>Pinus leiophylla</i> , tratados con extractos hidroalcohólicos.
Pirul (<i>Schinus molle</i>)	Iannacone y Alvarino, 2010.	Efecto ecotoxicológico de extractos acuosos, <i>Ceraeochrysa cincta</i> (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) en huevos y larvas de primer estadio.
Soliman (<i>Croton ciliatoglandulifer</i>)	Huerta, Espinoza, Téllez-Jurado, Maqueda-Gálvez y Arana-Cuenca, 2014.	Las concentraciones de los extractos (acuoso y pulverizado), causaron diferencias significativas en la mortalidad de <i>Spodoptera littoralis</i> .
Ruda (<i>Ruta chalepensis</i>)	Barboza et al., 2010.	Actividad fagodisuasiva de <i>Ruta chalepensis</i> , (Rutaceae) sobre larvas de <i>Hypsipyla grandella</i> .
San Pablito (<i>Varronia curassavica</i>)	Hernández et al., 2003.	Actividad antibacteriana del aceite esencial se evaluó frente a trece cepas bacterianas (cuatro Gram positivas: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Sarcina lute</i> .
Teclate (<i>Pseudosmodium andrieuxii</i>)	Aguilar-Ortigoza et al., 2003.	Repelencia por parte del Urushiol, un fenol tóxico, así como biflavonoides en hojas y corteza de la planta.
Higuerilla (<i>Ricinus communis</i>)	Collavino et al., 2006.	Efectos de la aplicación de molido de hojas de ricino sobre larvas de la «polilla de las harinas» (Lepidoptera: Phycitinae).
Chicalote (<i>Argemone platyceras</i>)	Brahmachari, Gorai y Roy, 2013.	Propiedades antifúngicas contra algunas cepas de hongos como <i>Helminthosporium</i> sp., <i>Curvularia</i> sp., <i>Alternaria cajani</i> , <i>Bipolaris</i> sp. <i>Fusarium udum</i> .
Capulin del monte (<i>Krameria cytisoides</i>)	Villarreal-García et al., 2014.	Actividad contra <i>Porphyromonas gingivalis</i> , evaluación citotóxica y mutagénica.
Venenillo 2 (<i>Cascabela thevetioides</i>)	Escobar y García, 2002.	Intoxicación de personas por <i>Cascabela thevetia</i> (L.)Lippold (covadonga).

Fuente: elaboración propia a partir de los autores citados en el cuadro.

En la literatura se han reportado 384 compuestos con capacidad antifúngica, donde 123 son compuestos fenólicos, 30 alcaloides y 80 terpenoides (Boulogne, Petit, Ozier-Lafontaine, Desfontaines y Loranger-Merciris, 2012). Bigi et al. (2004) demostró que los ácidos grasos presentes en los extractos de hoja de *Ricinus communis* (3-O-β-D-glicosilsterol y 3-O-β-D-glicosilestigmasterol) pueden inhibir el crecimiento de *L. gongylophorus* en condiciones *in vitro*, sin embargo, tuvo menos efecto en condiciones de campo, es por ello la importancia de comprender la base del efecto de los extractos de las hojas de *R. communis* y su perfil metabólico. En un estudio realizado por Romero-Arenas et al. (2022) donde evaluaron el efecto del aceite esencial de hoja de *Zanthoxylum limoncello* en contra *Fusarium temperatum*, se encontró que los aceites esenciales 2-undecanona (34 %), 2-undecenal (32 %) y 2-dodecenal (8 %) ejercieron inhibición fúngica sobre *F. temperatum* (MIC, 104.6-218.3 mg L⁻¹) en condiciones controladas.

En algunos estudios se han identificado plantas con potencial inhibitorio de *L. gongylophorus*, como: *Spiranthera odoratissima* (Terezan et al., 2010), *Sesamum indicum* (Ribeiro et al., 2006), *Piper holtonii* (Salazar, Ortiz-Reyes, Rosero y Lobo-Echeverri, 2020), *Capsicum baccatum*, y *Capsicum frutescens* (Lobo-Echeverri, Salazar, Hernández y Ortiz-Reyes, 2016), *Ageratum conyzoides*, *Coriandrum sativum* y *Mentha piperita* (Morais et al., 2015), *Pennisetum purpureum*, *Hyparrhenia rufa*, *Brachiara brizantha*, *Saccharum officinarum* (variedad SP80-1842) y *Paspalum* spp. (Castellani et al., 2009), y *Helietta puberola* (Almeida et al., 2009). No obstante, a raíz de la amplia distribución geográfica, capacidad selectiva y defoliadora de las hormigas cortadoras de hojas, es necesario continuar reportando especies vegetales que puedan inhibir o no presentar efecto inhibitorio en el crecimiento fúngico de *L. gongylophoru*, como en el caso de esta investigación. En región mixteca se han identificado otras plantas con efectos sobre la hormiga arriera, como el uso de una planta localmente denominada yerba de perro o izcuntpahtli (del nahuatl izcuintli perro y pahtli veneno, veneno para perro o yerba de perro). De acuerdo con

los productores “las hormigas mueren y se les puede observar tiradas sobre los surcos de maíz o bien en la entrada del nido y que el control de la plaga es de un cien por ciento” (Ibáñez y Castaño, 2015, p. 61). Esto muestra el potencial de los conocimientos tradicionales que conservan y usan los productores para el control de *Atta mexicana*, resaltando la importancia de este tipo de estudios.

Conclusiones

La conformación de conocimientos basados en una relación directa, práctica y emotiva con la naturaleza, en contextos simbólicos, cognitivos y naturales de su propio entorno, va más allá de identificar las plantas que tienen efectos en *Atta mexicana*, sino, conocer la parte de la planta más efectiva, la forma de preparación, el momento de uso, el lugar de aplicación, el efecto y la eficacia, además de saber los hábitos de la hormiga arriera en función al ciclo del cultivo, por lo que habría que resaltar la importancia del conocimiento tradicional. Esos conocimientos no son estáticos, se van perfeccionando con el paso del tiempo para adaptarse a esa realidad particular y concreta en la que los productores tienen que buscar solución al problema que enfrentan y buscan soluciones en su contexto local.

Lo anterior muestra que los productores de amaranto han generado, organizado y usado conocimientos y saberes sobre las plantas locales y las prácticas agroecológicas con efectos positivos para controlar *Atta mexicana* (principal plaga que afecta la producción) y disminuir el daño en el cultivo. Si bien, los productores conocen que estas prácticas y plantas generan algún efecto en la hormiga arriera, se recomiendan estudios que muestren los compuestos de los diferentes extractos vegetales de las plantas y de las prácticas encontradas en este estudio.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. Jesús Francisco López Olguín, Director del Jardín Botánico de la BUAP, al M.V.Z. Pánfilo Eugenio Morales, Director del Área Agrícola de la Asociación Civil Alternativas y Procesos de Participación Social, a los señores Silvano Santos Carrasco y Eloy Salazar Ávila y a todos los productores participantes en la encuesta, por su amplia disposición.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Ortigoza, C. J., Sosa, V. y Aguilar-Ortigoza, M. (2003). Toxic phenols in various Anacardiaceae species. *Economic Botany*, 57(3), 354-364, doi: [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0354:TPIVAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0354:TPIVAS]2.0.CO;2)
- Aguilera-Cauich, E. A., Solís-Fernández, K. Z., Ibarra-Morales, A., Cifuentes-Velásquez, R. y Sánchez-Pino, I. (2021). Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). *Acta Botánica Mexicana*, 128, 1-14, doi: <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738>
- Almeida, R., Peñaflor, M., Simote, S., Bueno, O., Hebling, M., Pagnocca, F., Fernandes, J., Vieira, P. y Da Silva, M. (2009). Toxicity of Substances Isolated from *Helietta puberula* RE Fr. (Rutaceae) to the Leaf-cutting Ant *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae) and the Symbiotic Fungus *Leucoagaricus gongylophorus* (Singer) Möller. *BioAssay*, 2(0), doi: <https://doi.org/10.14295/ba.v2.0.53>
- Aragón, G. A., Huerta, A., Sandoval, E. V., Olguín, J. F. L., Marigil, F. B., Medina, P. y Padillo, P. (2002). Efecto de un pulverizado y un extracto acuoso de "*Croton ciliatoglanduliferus*" Ort. (Euphorbiaceae) incorporado a la dieta de "*Spodoptera littoralis*" (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 28(3), 405-414. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=295801>
- Aragón-García, A., Pérez-Torres, B. C., Calderón-García, G., Castillo-Hernández, D., Aragón-Sánchez, M. y Ramón, D. J. (2016). Uso del complejo de hongos de la tortilla de maíz (*Zea mays* L.) para el combate de la hormiga arriera *Atta mexicana* (Smith 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *Entomología Mexicana*, 3, 153-158. Recuperado de <https://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2016/AGR/Em%20153-158.pdf>
- Arias-Cedeño, Q., López-Sánchez, R., Sainz-Rosales, L. R., Verdecia-Casanova, M. V. y Eichler-Löbermann, B. (2021). Potencial fertilizante de cenizas de bagazo de caña de azúcar de industrias azucareras. *Revista cubana de química*, 33(3), 452-466. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443569388012>
- Ayala-Enríquez, M. I., Cuevas-Salgado, M. I. y Montes-de Oca, E. R. (2018). Conocimiento tradicional de plantas distractoras para fauna nociva en cultivos de maíz de Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos. *Revista de Geografía Agrícola*, 60, 67-79, doi: <https://doi.org/10.5154/r.rga.2018.60.002>
- Ayala-Garay, V. A., Rivas-Valencia, P., Cortes-Espinoza, L., De la O-Olán, M., Escobedo-López, D. y Espitia-Rangel, E. (2014). La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 21(1), 47-54. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10429976006>
- Aylward, F. O., Burnum-Johnson, K. E., Tringe, S. G., Teiling, C., Tremmel, D. M., Moeller, J. A. y Currie, C. R. (2013). *Leucoagaricus gongylophorus* produces diverse enzymes for the degradation of recalcitrant plant polymers in leaf-cutter ant fungus gardens. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(12), 3770-3778, doi: <https://doi.org/10.1128/AEM.03833-12>
- Balderas-López, J. L., Barbonetti, S., Pineda-Rosas, E. L., Tavares-Carvalho, J. C. y Navarrete, A. (2019). Glucósidos cardíacos de *Cascabela thevetioides* por análisis HPLC-MS. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29, 441-444, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.04.008>
- Barboza, J., Hilje, L., Durón, J., Cartín, V., y Calvo, M. A. (2010). Actividad fagodisuasiva y sistémica de una formulación derivada de un extracto de ruda (*Ruta chalepensis*, Rutaceae) sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 15-29. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100002
- Bigi, M. F. M., Torkomian, V. L., De Groote, S. T., Hebling, M. J. A., Bueno, O. C., Pagnocca, F. C. y Da Silva, M. F. G. (2004). Actividad de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) y ricinina contra la hormiga cortadora de hojas *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) y el hongo simbiótico *Leucoagaricus gongylophorus*. *Ciencia del Manejo de Plagas*, 60(9), 933-938, doi: <https://doi.org/10.1002/ps.892>
- Boege, E. (2022). El sistema milpa y el patrimonio biocultural de los pueblos indígenas y comunidades campesinas equiparables de México. En Carlos Méndez Domínguez (coord. editorial), *El sistema milpa y el patrimonio biocultural de los pueblos indígenas y comunidades campesinas*. pp. 173-199. CDMX (México): Secretaría de Cultura INAH. Recuperado de <https://www.aacademica.org/eckart.boege/38.pdf>
- Boulogne, I., Petit, P., Ozier-Lafontaine, H., Desfontaines, L. y Loranger-Merciris, G. (2012). Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 10(4), 325-347, doi: <https://doi.org/10.1007/s10311-012-0359-1>
- Brahmachari, G., Gorai, D. y Roy, R. (2013). *Argemone mexicana*: chemical and pharmacological aspects. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23, 559-567. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000021>

- Castaño-Quintana, K., Montoya-Lerma, J. y Giraldo-Echeverri, C. (2013). Toxicidad de extractos de follaje de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) sobre obreras de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). *Cultivos y Productos Industriales*, 44, 391-395. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.039>
- Castellani, M. A., Forti, L. C., Fenille, R. C., Raetano, C. G., Moreira, A. A., Andrade, A. P. P., Camargo, R. S., Lemos, R. N. S., Aguiar, A. G. y Nagamoto, N. S. (2009). Growth of the symbiotic fungus of the grass-cutting ant *Atta capiguara* (Hymenoptera: Formicidae): Effect of grass extracts. *Sociobiology*, 54(1), 283–298. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/387fbb1f-2733-4333-97cc-11e7605012f9>
- Collavino, M., Pelicano, A. y Giménez, R. A. (2006). Actividad insecticida de *Ricinus communis* L. sobre *Plodia interpunctella* HBN. (Lepidoptera: Phycitinae). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 38(1), 13-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/38283852003.pdf>
- De Castro-Nizio, D. A., De Andrade-Brito, F., Sampaio, T. S., De Oliveira-Melo, J., Da-Silva, F. L. S., Gagliardi, P. R. y Blank, A. F. (2015). Diversidad química de poblaciones nativas de *Varronia curassavica* Jacq. y actividad antifúngica contra *Lasiodiplodia theobromae*. *Cultivos y Productos Industriales*, 76, 437-448, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.026>
- De Jesús, A. F., Guzmán, A. y Mejía, L. F. (2012). Efecto de extractos cetónicos de higuierilla (*Ricinus communis* L.) sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (Cobb.) Thorne] en condiciones *in vitro*. *Luna Azul*, 35, 28-47. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742012000200003
- Delgado-Oramas, D. P. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 35(1), 1-12. Recuperado de <https://censa.edicionescervantes.com/index.php/RPV/article/view/1084/1570>
- Escobar, D. R. y García, F. (2002). Manejo y control de hormiga arriera (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp) en sistemas de producción de importancia económica en el departamento de Chocó. Cartilla No.1: Hormiga arriera, biología, ecología y hábitos. Ministerio de Agricultura. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Colombia. Universidad Tecnológica de Chocó. Colombia. 28 p. Recuperado de <https://www.academia.edu/5982227/>
- Espinoza, C., Zavala-Izquierdo, I., Couttolenc, A., Landa-Cadena, G., Valenzuela, J. y Trigos, Á. (2017). Aislamiento e identificación *in vitro* de *Leucoagaricus gongylophorus* del jardín de hongos *Atta mexicana* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista mexicana de micología*, 46, 3-8, doi: <https://doi.org/10.33885/sf.2017.46.1170>
- Espitia, R. E., Miranda, C. S. y Castillo, G. F. (1992). Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en alegría (*Amaranthus* spp.). *Agrociencia*, 3(4), 83-98. Recuperado de <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/6473582508fd68d546016ad6>
- Flores-Villegas, M. Y., González-Laredo, R. F., Prieto-Ruiz, J. Á., Pompa-García, M., Ordaz-Díaz, L. A. y Domínguez-Calleros, P. A. (2019). Eficiencia del extracto vegetal de *Datura stramonium* L. como insecticida para el control de la mosca sierra. *Madera y Bosques*, 25(1), doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511642>
- Fortanelli, J. M., y Servín, M. E. M. (2002). Desechos de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), un abono orgánico para la producción hortícola. *Terra Latinoamericana*, 20(2), 153-160. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320208.pdf>
- González-Santiago, M. V. (2008). *Agroecología y agricultura como forma de vida*. Ira Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 177 pp. Recuperado de <https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/2331>
- Hernández, T., Canales, M., Avila, J., Duran, A., Caballero, J., Romo de Vivar, A. y Lira, R. (2003). Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in tradicional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Journal of Ethnopharmacology*, 88, 181-188, doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00213-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00213-7)
- Hölldobler, B. y Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Belnapk Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachussets, U.S.A. 732 p. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R>
- Huerta, A. J., Espinoza, F., Téllez-Jurado, A., Maqueda-Gálvez, A. P. y Arana-Cuenca, A. (2014). Control biológico del chapulín en México. *Bio-Tecnología*, 18, 28-49. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Ainhoa-Arana/2/publication/261392289_Control_Biologico_del_Chapulín_en_México/links/0f317534298d3c7606000000/Control-Biologico-del-Chapulín-en-México.pdf
- Iannacone, J. y Alvaríño, L. (2010). Toxicidad de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) a cuatro controladores biológicos de plagas agrícolas en el Perú. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(3), 603-615. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372010000300007&script=sci_abstract&tlng=pt
- Ibáñez, H. A. y Castaño, M. G. (2015). Conocimiento tradicional para el control de la hormiga arriera *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) como plaga del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Mixteca baja del Estado de Puebla, México. En G. Castaño-Meneses y J. L. Navarrete-Heredia (coordinadores). *Avances en la*

- Entomología Cultural Mexicana*, pp. 55-64. Ciudad de Zapopan, México: Astra Ediciones. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/345219025_Avances_en_la_Entomologia_Cultural_Mexicana_Libro_Coordinado
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Panorama sociodemográfico de Puebla, 464 p. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197940.pdf
- Lobo-Echeverri, T., Salazar, L. C., Hernández, A. y Ortiz-Reyes, A. (2016). Effects of *Capsicum baccatum* and *C. frutescens* against *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 137-145, doi: <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i2.6684>
- López, V. C., Fletes, I. O., Sánchez, J. P. J., Macías, A. A. e Hidalgo, E. C. (2018). Modo de apropiación de la naturaleza en las unidades de producción campesinas de amaranto y maíz en Tochimilco, Puebla, México. *Nova Scientia*, 10(20), 727-753, doi: <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1296>.
- Mackay, W. (1989). Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). *Research gate*, 12, 23-30. Recuperado de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mackayformicidae.pdf>
- Mancebo, F., Hilje, L., Mora, G. A., Castro, V. H. y Salazar, R. (2001). Biological activity of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) and *Sechium pittieri* (Cucurbitaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Revista de Biología Tropical*, 49(2), 501-508, doi: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442001000200007&script=sci_arttext&tlng=en
- Mejía-Valvas, R. L., Gómez-Pando, L. y Pinedo-Taco, R. (2020). Sostenibilidad de las unidades de producción del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2), doi: <https://doi.org/10.19136/era.a7n2.2483>.
- Mendoza-Robles, R. y Hernández-Romero, E. (2018). Productividad de la Agricultura familiar en Chiantzingo, Puebla: Estudio de Caso. *Agro Productividad*, 11(9), doi: <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1223>.
- Mila-Arango, R., Ramírez-Bribiesca, E., Soto-Hernández, R. M., Hernández-Mendo, O., Torres-Hernández, G. y Mellado-Bosque, M. Á. (2014). Identificación y estudio fitoquímico de dos especies de cazahuate en la intoxicación de cabras en una comunidad de la Mixteca Oaxaqueña. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(4), 463-479. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722014000400002&script=sci_abstract&tlng=pt
- Morais, W. C. C., Lima, M. A. P., Zanuncio, J. C., Oliveira, M. A., Bragança, M. A. L., Serrão, J. E. y Lucia, T. M. C. D. (2015). Extracts of *Ageratum conyzoides*, *Coriandrum sativum* and *Mentha piperita* inhibit the growth of the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. *Industrial Crops and Products*, 65, 463-466, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.054>
- Muñoz-Gómez, N. A. (2017). Hormigas cortadoras de hojas en el departamento del Vaupés, Colombia: Una propuesta de manejo integrado. *VAUPÉS-INNOVA*, 19-42. Recuperado de <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/6742>
- Nelson, A. S., Acosta, N. C. y Mooney, K. A. (2019). Plant chemical mediation of ant behavior. *Current Opinion in Insect Science*, 32, 98-103, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.12.003>
- Ochoa, J. L., Hernández-Montiel, L. G., Latinsnere-Barragán, H., De La Luz, J. L. y Larralde-Corona, C. P. (2007). Aislamiento e Identificación de hongos patógenos de naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck cultivada en Baja California Sur, México. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(5), 352-359. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11358120709487712>
- Padrón, H. Y. M., Delgado, S. H., Méndez, C. A. R. y Carrillo, G. V. (2013). El género *Aspergillus* y sus micotoxinas en maíz en México: problemática y perspectivas. *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 126-146. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/612/61231509005.pdf>
- Pantoja-Pulido, K. D., Rodríguez, J., Isaza-Martínez, J. H., Gutiérrez-Cabrera, M., Colmenares-Dulcey, A. J. y Montoya-Lerma, J. (2020). Insecticidal and Cholinesterase Activity of Dichloromethane Extracts of *Tithonia diversifolia* on *Atta cephalotes* Worker Ants (Formicidae: Myrmicinae). *Insectos* 11(3), doi: <https://doi.org/10.3390/insects11030180>
- Paredes-Flores, M., Lira, S. R. y Dávila, A. P. D. (2007). Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica Mexicana*, 79, 13-61, doi: <https://doi.org/10.21829/abm79.2007.1037>
- Ribeiro, S. B., Pagnocca, F. C., Victor, S. R., Bueno, O. C., Hebling, M. J., Bacci Jr, M., Silva, O. A., Fernandes, J. B., Vieira, P. C. y Silva, M. F. G. F. (2006). Activity of sesame leaf extracts against the symbiotic fungus of *Atta sexdens* L. *Anais Da Sociedade Entomológica Do Brasil*, 27(3), 421-426, doi: <https://doi.org/10.1590/s0301-80591998000300010>.
- Ríos-Casanova, L. (2014). Biodiversidad de hormigas en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 392-398. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5330925>

- Ríos-Casanova, L. A., Valiente-Banuet, G. V. y Rico, V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20, 37-54. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372004000100004&script=sci_abstract&tlng=en
- Rojas, S. (2013). *Guía para Realizar Investigaciones Sociales*. Novena Edición. Ed. Plaza y Valdés. México. 437 p. Recuperado de <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-UAAAN:19392>
- Romero-Arenas, O., Pérez-Vázquez, M. A. K., Rivera, A., Pacheco-Hernández, Y., Ramírez-García, S. A., Landeta-Cortés, G. y Villa-Ruano, N. (2022). Volátiles de *Zanthoxylum limoncello* como agentes antifúngicos contra la pudrición poscosecha del pimiento manzano provocada por *Fusarium temperatum*. *Horticulturae*, 8, 700-712, doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8080700>
- Romero-Origel, C. M., Pérez-Gutiérrez, S., Ramos-López, M. A., Zavala-Sánchez, M. A. y Sánchez-Mendoza, E. (2012). Actividad insecticida de kramecyne aislado de *Krameria citisoides* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de Investigación de Ciencias Agrícolas*, 2, 493-498. Recuperado de https://quimica.uaq.mx/docs/MCTA_2014/articulos/uaq_mcta_24_Romero_Origel_2012_ASRJ.pdf
- Rønne, S., Boomsma, J. J. y Rosendahl, S. (2004). Enzimas fúngicas transferidas por hormigas cortadoras de hojas en sus jardines de hongos. *Investigaciones micológicas*, 108 (1), 101-106, doi: <https://doi.org/10.1017/S0953756203008931>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa, 2014). *Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 67 p. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf>
- Salazar, L. C., Ortiz-Reyes, A., Rosero, D. M. y Lobo-Echeverri, T. (2020). Dillapiol en *Piper holtonii* as an Inhibitor of the Symbiotic Fungus *Leucoagaricus gongylophorus* of Leaf-Cutting Ants. *Journal of Chemical Ecology*, 46, 668-674, doi: <https://doi.org/10.1007/s10886-020-01170-w>
- Sanborn, M., Kerr, K. J., Sanin, L. H., Cole, D. C., Bassil, K. L. y Vakil, C. (2007). Non-cancer health effects of pesticides: Systematic review and implications for family doctors. *Canadian Family Physician*, 53(10), 1712-1720. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17934035/>
- Sánchez-Olarte, J., Argumedo-Macías, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A. y Ortiz-Espejel, B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2), 237-254. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722015000200007&script=sci_abstract
- Sandoval-Reyes, F. (2013). Actividad biológica en campo del extracto etanólico de *Melia azedarach*, *Psidium guajava*, *Datura stramonium*, *Piper auritum* y *Azadirachta indica* a juss sobre la *Diaphorina citri*. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 22-29. Recuperado de <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rln/article/view/208/143>
- Santos-Tanús, A., Aldasoro-Maya, E. M., Rojas-Serrano, C. y Morales, H. (2019). Especies alimenticias de recolección y cultura culinaria: Patrimonio biocultural de la comunidad popoloca Todos Santos Almolonga, Puebla, México. *Nova Scientia*, 11(23), 296-342, doi: <https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.1772>
- Serratos, C., Aragón-García, A., Pérez-Torres, C. y Olguín, J. F. (2017). Alternativa agroecológica para el manejo de *Atta mexicana* en Puebla, México. *Southwestern Entomologist*, 42, 261-273, doi: <https://doi.org/10.3958/059.042.0123>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sistema de información agroalimentaria de consulta (Siacon-Sagarpa, 2021). Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Sistema de información agroalimentaria de consulta (SIAP, 2021). Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>
- Siatka, T., Adamcová, M., Opletal, L., Cahliková, L., Jun, D., Hrabínová, M. y Chlebek, J. (2017). Actividades inhibitorias de colinesterasa y prolil oligopeptidasa de alcaloides de *Argemone platyceras* (Papaveraceae). *Moléculas*, 22(7), 1181-1193, doi: <https://doi.org/10.3390/molecules22071181>
- Silva-Aguayo, G., Gómez, P. G., Gallo, R. H. y Bustos, P. C. (2004). Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*, 38(5), 529-536. Recuperado de <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/346>
- Solla-Gullón, F., Rodríguez-Soalleiro, R. y Merino, A. (2001). Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo ácido mediante un ensayo en laboratorio. Investigación Agraria. *Producción y Protección Vegetales*, 16(3), 379-393. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28124448_Evaluacion_del_aporte_de_cenizas_de_madera_como_fertilizante_de_un_suelo_acido_mediante_un_ensayo_en_laboratorio

- Terezan, A. P., Rossi, R. A., Almeida, R. N. A., Freitas, T. G., Fernandes, J. B., Da Silva, M. F. D. G. F., Vieira, P. C., Bueno, O. C., Pagnocca, F. C. y Pirani, J. R. (2010). Activities of extracts and compounds from *Spiranthera odoratissima* St. Hil. (Rutaceae) in leaf-cutting ants and their symbiotic fungus. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 21(5), 882–886, doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532010000500016>
- Toledo, V. M. (2009). ¿Por qué la memoria de los pueblos indígenas son la memoria de la especie? *Papeles Especial*, 107, 27-38. Recuperado de <https://www.fuhem.es/papeles/papeles-numero-107/>
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona, España: Icaria editorial, S. A., 230 p. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1Ip4lIQPnQIC6kE1JqKpU426yrL_N5sEX/view
- Valladares, L. y Olivé L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Revista Cultura y representaciones sociales*, 10(19), 61-101. Recuperado de <https://www.culturayrs.unam.mx/index.php/CRS/article/view/391/391>
- Vergara, C. J. C. (2005). *Biología, manejo y control de la hormiga arriera*. Imprenta departamental del Valle de Cauca. Santiago de Cali. 20 p. Recuperado de <https://catalogo.uniquindio.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=72001>
- Viguera, G., Paredes-Hernández, D., Revah, S., Valenzuela, J., Olivares-Hernández, R. y Le Borgne, S. (2017). Growth and enzymatic activity of *Leucoagaricus gongylophorus*, a mutualistic fungus isolated from the leaf-cutting ant *Atta mexicana*, on cellulose and lignocellulosic biomass. *Letters in applied microbiology*, 65(2), 173-181, doi: <https://doi.org/10.1111/lam.12759>
- Villarreal-García, L. E., Oranday-Cárdenas, A., Garza-Ramos, M. A., Rivas-Morales, C., Verde-Star, M. J., Gómez-Treviño, J. A. y Torres-de la Cruz, V. (2014). Neolignanos de *Krameria ramosissima* (A. Gray) S. Watson con actividad contra *Porphyromonas gingivalis*, evaluación citotóxica y mutagénica. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 45(2), 69-76. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000200008
- Warman, A. (2001). *El campo mexicano en el siglo XX*. México. D.F., Fondo de Cultura Económica, 338 p. Recuperado de <http://economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/314/05%20Arturo%20Warman.pdf>
- Wong-Corral, F. J., Manríquez-Villanueva, M. C., Vásquez-Vásquez, F., Buitrón-López, E. A., Cabral-Torres, F. A., Barrales-Heredia, S. M., Borboa-Flores, J., Cinco-Moroyoqui, F. J. y Rueda-Puente, E. O. (2017). Aceite de *Ricinus communis* (L.) para el control de *Rhizopertha dominica* (F.) en trigo *Triticum aestivum* (L.) almacenado. *Biotecnia*, 19, 23–26, doi: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v19i0>