



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

**“ECOLOGÍA Y MANEJO DE ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ DE  
TEMPORAL EN LAS TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DEL ESTADO  
DE AGUASCALIENTES”**

**PRESENTA**

**M. en C. RICARDO DANIEL MASCORRO DE LOERA  
PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TUTOR**

**Dr. Joaquín Sosa Ramírez**

**INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORAL**

**Dr. José de Jesús Luna Ruíz**

**Dr. Catarino Perales Segovia**

**AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES JUNIO DE 2024**



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO**



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 14/06/2024

**NOMBRE:** Ricardo Daniel Mascorro de Loera **ID** 30231

**PROGRAMA:** Doctorado en Ciencias Biológicas, Modalidad Tradicional **LGAC (del posgrado):** Ecología y Biodiversidad

**TIPO DE TRABAJO:** (  ) Tesis (  ) Trabajo Práctico

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):**  
 El impacto social de la tesis se basa principalmente en el rescate y registro de conocimiento etnobotánico, asociado a las plantas arvenses en cultivos de maíz de temporal y sus distintos usos. Lo anterior, sienta las bases para evitar su pérdida como consecuencia de las dinámicas sociales actuales. Por otro lado, el registro de los coconóidos (caterinas) en los cultivos de maíz, permitirá entender la dinámica del control biológico de las plagas presentes y desarrollar programas que fortalezcan su presencia en los cultivos, disminuyendo así la dependencia en agroquímicos.

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<b>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>				El trabajo es congruente con los LGAC del programa de posgrado
<input checked="" type="checkbox"/>				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
<input checked="" type="checkbox"/>				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
<input checked="" type="checkbox"/>				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
<input checked="" type="checkbox"/>				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
<input checked="" type="checkbox"/>				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
<input checked="" type="checkbox"/>				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
<input checked="" type="checkbox"/>				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
<input checked="" type="checkbox"/>				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<b>El egresado cumple con lo siguiente:</b>				
<input checked="" type="checkbox"/>				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
<input checked="" type="checkbox"/>				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
<input checked="" type="checkbox"/>				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
<input checked="" type="checkbox"/>				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
<input checked="" type="checkbox"/>				Coincide con el título y objetivo registrado
<input checked="" type="checkbox"/>				Tiene congruencia con cuerpos académicos
<input checked="" type="checkbox"/>				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
<input checked="" type="checkbox"/>				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<b>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</b>				
				Aceptación o publicación de los artículos según el nivel del programa
				El estudiante es el primer autor
				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

**NOTA IMPORTANTE:** La herramienta antiplagio detecta un 61% de similitud con otras fuentes. Sin embargo, cabe aclarar que el 37% corresponde con información generada por el estudiante (publicada), derivada de su trabajo doctoral.

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: Sí  / No

**Elaboró:**

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN: Dr. Gilberto Alejandro Domínguez Acosta

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: Dr. Gilberto Alejandro Domínguez Acosta

\* En caso de conflicto de intereses, firmará un excoor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o excoor del comité tutorial, asignado por el Decano

**Revisó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: Dr. Alejandro Padilla Díaz

**Autorizó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: M. en C. Jorge Martín Álvarez Chávez

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**  
 En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 209F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

CARTA DE VOTO APROBATORIO  
COMITÉ TUTORAL

M. en C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado del estudiante **RICARDO DANIEL MASCORRO DE LOERA** con ID **30231** quien realizó **LA TESIS** titulada: **"ECOLOGÍA Y MANEJO DE ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN LAS TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**"Se Lumen Proferre"**

Aguascalientes, Ags., a 12 de Junio de 2024.

*Joaquín Sosa Ramírez*  
Dr. Joaquín Sosa Ramírez  
Tutor de tesis

*José de Jesús Luna Ruiz*  
Dr. José de Jesús Luna Ruiz  
Asesor de tesis

*Catarino Perales Segovia*  
Dr. Catarino Perales Segovia  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FD-16  
Actualización: 00  
Emisión: 17/05/19

**De:** [manager@botanicalsciences.com.mx](mailto:manager@botanicalsciences.com.mx) <[manager@botanicalsciences.com.mx](mailto:manager@botanicalsciences.com.mx)>

**Enviado:** lunes, 9 de octubre de 2023 05:53 p. m.

**Para:** JOAQUIN SOSA RAMIREZ <[joaquin.sosa@edu.uaa.mx](mailto:joaquin.sosa@edu.uaa.mx)>

**Asunto:** [BotSci] Decisión del editor (aceptación)

Ref.: Ms. ID- 3362 "Riqueza, diversidad y similitud de arvenses en cultivos de maíz de temporal en tres comunidades del estado de Aguascalientes, México".  
Autores: Ricardo Daniel Mascorro-de Loera, Joaquín Sosa-Ramírez, José de Jesús Luna-Ruíz, Catarino Perales-Segovia y Florencia Cabrera-Manuel  
*Botanical Sciences*

Estimado Joaquín Sosa-Ramírez,

Me complace informarle que su trabajo ya ha sido aceptado para su publicación en *Botanical Sciences*, la revista que publica la Sociedad Botánica de México A.C.

Se aceptó el octubre 9 de 2023 para su publicación en el número 102 de 2023.

A partir de este momento nuestro equipo editorial se mantendrá en contacto con usted para resolver detalles técnicos y aclarar las dudas particulares que surjan durante el proceso editorial de su manuscrito. Posteriormente le serán enviadas las galeras para su revisión, las cuales deberán ser devueltas de inmediato.

Aprovecho la oportunidad para recordar que es un requisito ineludible cubrir, previamente a la publicación de cualquier artículo, el pago por derechos de página. Le pido que tan pronto sea posible para usted, realice el pago a través de uno de los formatos que se indican en la siguiente liga. Después envíe el comprobante a la Dr. Daniel Sánchez (Tesorero, Sociedad Botánica de México: [tesoreria@socbot.mx](mailto:tesoreria@socbot.mx)) y a la Dra. Dalila Fragoso Tejas (Gerente editorial, *Botanical Sciences*: [manager@botanicalsciences.com.mx](mailto:manager@botanicalsciences.com.mx)).

<https://www.socbot.mx/botanical-sciences1.html>





## ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN LAS TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

RICARDO DANIEL MASCORRO-DE LOERA<sup>1</sup>, JOAQUÍN SOSA-RAMÍREZ<sup>2\*</sup>, JOSÉ DE JESÚS LUNA-RUIZ<sup>2</sup>,  
 CÁTARINO PERALES-SEGOVIA<sup>3</sup>, FLORENCIA CABRERA-MANUEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus El Llano, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

\*Autor de correspondencia: [joaquin.sosa@edu.uaa.mx](mailto:joaquin.sosa@edu.uaa.mx)

### Resumen

**Antecedentes:** Las investigaciones sobre arvenses en cultivo de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes son escasas.

**Preguntas:** ¿Qué especies arvenses se encuentran en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica en el estado de Aguascalientes? ¿Cómo es su control y manejo?

**Sitio y años de estudio:** Un sitio en cada una de las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP); durante los ciclos agrícolas 2020 y 2021.

**Métodos:** Se aplicaron 30 entrevistas semiestructuradas para describir el control y manejo de arvenses. Se realizaron 48 inventarios florísticos y mismo número de muestreos para estimar riqueza e índices de diversidad de Shannon-Whiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{si}$ ). La similitud florística se evaluó con el Índice de Jaccard ( $I_j$ ).

**Resultados:** El control de arvenses se realiza principalmente con tractor, yunta y en menor proporción herbicida. Se identificaron 128 especies, 21 introducidas. Aunque en SMO se registró mayor riqueza y diversidad, no existe diferencia significativa en la riqueza promedio entre las tres provincias ( $P > 0.05$ ), pero sí en diversidad ( $H'$ ) entre SMO con AS y CP y ( $D_{si}$ ) entre CP y SMO ( $P < 0.05$ ). La similitud florística fue menor al 50 %.

**Conclusiones:** En el estado de Aguascalientes existe gran riqueza de arvenses en cultivos de maíz de temporal y la composición florística está diferenciada por provincia biogeográfica. Los resultados de la investigación suman al registro y conocimiento de las arvenses a nivel local y nacional.

**Palabras clave:** Agricultura, agrobiodiversidad, agroecología, especies introducidas, especies nativas, malezas.

### Abstract

**Background:** Research on weeds in rainfed maize crops in the state of Aguascalientes is scarce.

**Questions:** What weed species are found in rainfed maize crops by biogeographic province? How are they controlled and managed?

**Study site and periods:** One site in each of the three biogeographic provinces of the state of Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) and Pacific Coast (CP), 2020 and 2021.

**Methods:** Thirty semi-structured interviews were applied to describe the control and management of weeds. Forty-eight floristic inventories were carried out and the same number of sampling sites to obtain the richness and Shannon-Whiener and Simpson diversity indexes. Floristic similarity was evaluated with the Jaccard Index ( $I_j$ ).

**Results:** Weed control is carried out mainly with tractor, animals and to a lesser extent herbicide. A total of 128 species were identified, 21 of which were introduced. SMO reported higher richness and diversity. There were not significant differences in average richness between the three provinces ( $P > 0.05$ ) but there is a significant difference in diversity ( $H'$ ) between SMO with AS and CP as well as ( $D_{si}$ ) between CP and SMO ( $P < 0.05$ ). Floristic similarity was less than 50 %.

**Conclusions:** There is a great richness of weeds in rainfed maize crops. The floristic composition is differentiated by biogeographic province in the state of Aguascalientes. This work increases records and knowledge of weeds at local and national level.

**Keywords:** Agriculture, agrobiodiversity, agroecology, introduced species, native species, non-crop species.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología por el apoyo a través de la beca (CVU 3358350) para la realización de la presente investigación. Al Doctorado en Ciencias Biológicas, al Centro de Ciencias Básicas (CCB) y el Centro de Ciencias Agropecuarias (CCA) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) por facilitar el uso de las instalaciones y por brindarme el apoyo administrativo durante el proceso.

Al Dr. Gilberto Ocampo por el acceso al Herbario, al técnico Julio Martínez, a Hugo Araiza del jardín botánico y en especial a Florencia Cabrera por su paciencia y ánimo de enseñanza en la taxonomía, un campo totalmente nuevo para mi.

Al M. en C. Amalio Ponce Montoya por permitirme el uso del Laboratorio de Parasitología Agrícola en la Posta Zootécnica. A la Dra. Mariana Beltrán por su apoyo en la identificación de los coccinélidos. Al Dr. Jaime Escoto y Dra. Fernanda Chávez Samayoa por facilitarme y enseñarme a utilizar el estereoscópio para la toma de fotografías.

Un agradecimiento especial a todas las familias que me abrieron las puertas de su casa para ser parte imprescindible de esta investigación, en especial a Don Armando Díaz de la comunidad de La Luz por la amistad que se forjó más allá de lo académico.

A mi comité tutorial, al Dr. Joaquín Sosa, Dr. José de Jesús Luna y Dr. Catarino Perales por orientarme y compartirme su experiencia y conocimiento. A Victor Calderón y Fabián Rubalcava, por sus comentarios en pro de mejora de este proceso.

A mis padres, Ma. Del Carmen de Loera Valdivia y J. Refugio Mascorro López por su apoyo incondicional.

A Sara Müller García por su impulso a seguir adelante.

A Claudia Muller, por su amor inmenso, empatía, paciencia y sobretodo por creer en mi. Gracias babyblu, juntos hasta las estrellas!!

**DEDICATORIAS**

*A los dos pilares más importantes de mi vida, Claudia y Leonardo, mi familia y razón de existir.*

*Los amo tanto!!*



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. Resumen.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Abstract.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Capítulo 1 - Introducción general.....</b>	<b>10</b>
Objetivos e hipótesis .....	12
Literatura citada .....	13
<b>4. Capítulo 2: Arvenses en cultivos de maíz de temporal en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes.....</b>	<b>17</b>
4.1. Resumen.....	17
4.2. Abstract .....	17
4.3. Introducción .....	18
4.4. Materiales y métodos .....	20
4.4.1. Área de estudio.....	20
4.4.2. Entrevistas semiestructuradas .....	21
4.4.3. Diseño de muestreo.....	22
4.4.4. Análisis de la información .....	23
4.5. Resultados .....	23
4.5.1. Labores agrícolas, control y manejo de arvenses.....	23
4.5.2. Riqueza de arvenses .....	24
4.5.3. Análisis de diversidad.....	28



4.5.4. Similitud florística.....28

4.5.5. Estatus migratorio .....29

4.6. Discusión.....30

4.7. Literatura citada .....33

**5. Capítulo 3 - Conocimiento y uso de arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal en Aguascalientes, México.....42**

5.1. Introducción .....42

5.2. Materiales y métodos .....43

5.2.1. Área de estudio.....43

5.2.2. Recorridos etnobotánicos y colectade ejemplares .....44

5.2.3. Análisis estadístico.....44

5.3. Resultados .....45

5.3.1. Riqueza de especies .....45

5.3.2. Uso y conocimiento de las arvenses .....45

5.4. Discusión.....48

5.5. Literatura citada .....51

**6. Capítulo 4 – Influencia de parámetros edafológicos y climáticos sobre la abundancia de arvenses en cultivos de maíz de temporal. ....58**

6.1. Introducción .....58

6.2. Materiales y métodos .....59

6.2.1. Área de estudio.....59

6.2.2. Toma de muestras de suelo agrícola y abundancia de arvenses .....	60
6.2.3. Análisis estadísticos .....	61
6.3. Resultados .....	62
6.4. Discusión.....	63
6.5. Literatura citada .....	65
<b>7. Capítulo 5 – Coccinélidos (Coleóptera: Coccinellidae) asociados a arvenses en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes, México .....</b>	<b>69</b>
7.1. Introducción .....	69
7.2. Materiales y métodos .....	70
7.3. Resultados .....	71
7.4. Discusión.....	76
7.5. Literatura citada .....	79
<b>8. Capítulo 6 – Incidencia de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) y abundancia de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes.....</b>	<b>87</b>
8.1. Introducción .....	87
8.2. Materiales y métodos .....	90
8.3. Resultados .....	91
8.4. Discusión.....	95
8.5. Literatura citada .....	96
<b>9. Capítulo 7 - Conclusiones generales y recomendaciones.....</b>	<b>102</b>
<b>10. Anexos .....</b>	<b>103</b>

Anexo 1 - Artículo publicado en la Revista Botanical Sciences..... 103

Anexo 2 – Listado de arvenses por sitio de estudio..... 125

Anexo 3 -Listado, nombre común y usos reportados de arvenses en cultivos de maíz de temporal en Aguascalientes.....135

Anexo 4 - Frecuencias de arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal ..... 142



**ÍNDICE DE TABLAS**

**Tabla 1** - Valores de riqueza de especies ( $S_i$ ), índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{Si}$ ) por sitio de muestreo y provincia biogeográfica. SMO – Sierra Madre Occidental, CP – Costa del Pacífico, AS – Altiplano Sur. ....25

**Tabla 2** - Familias con dos o más especies, géneros totales ( $G_t$ ) y especies totales ( $E_t$ ) por provincia biogeográfica (PB). Altiplano Sur (AS), Costa del Pacífico (CP) y Sierra Madre Occidental (SMO). ....26

**Tabla 3** - Valores promedio ( $\bar{x} \pm E. E.$ ) de riqueza y diversidad en los sitios de muestreo por provincia biogeográfica. Los valores con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ) de acuerdo con la prueba de Tukey o Kruskal-Wallis para las variables de riqueza total ( $S_T$ ), diversidad promedio ( $H'$ ) y ( $D_{Si}$ ) y diversidad por año analizado ( $H'_{2020}$ ), ( $H'_{2021}$ ), ( $D_{Si2020}$ ) y ( $D_{Si2021}$ ). ....27

**Tabla 4** -Especies en común e índice de similitud de Jaccard ( $I_j$ ) entre sitios de estudio. ....28

**Tabla 5** - Categorías de uso de arvenses. ....46

**Tabla 6** -Resultados edafológicos y climáticos.....62

**Tabla 7** -Riqueza de especies de la familia Coccinellidae recolectados en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes, México. ....72

**Tabla 8** - Especies arvenses y coccinélidos observados durante colectas manuales.....73

**Tabla 9** - Coccinélidos en maíz y otros cultivos y su coincidencia con las especies reportadas en el presente trabajo. ....77

**Tabla 10** – Riqueza de coccinélidos asociados a cultivos de maíz. ....88

**Tabla 11** -Riqueza de especies de la familia Coccinellidae recolectados en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes, México. ....91

**Tabla 12** – Incidencia por gusano cogollero y abundancia de coccinélidos en El Llano, Aguascalientes. ....93

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**Figura 1** – Provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes y ubicación de localidades donde se realizaron los muestreos.....21

**Figura 2** – Especies por familia y estatus migratorio.....29

**Figura 3**- Ubicación del estado de Aguascalientes, México y localidades analizadas .....45

**Figura 4** - Fotografías tomadas durante los recorridos etnobotánicos en cultivos de maíz de temporal. A) *Cosmos bipinnatus* Cav.. B) Cultivo de maíz en la localidad de La Luz. C) Recorrido etnobotánico en Terrero la Labor. D) Cultivo de maíz en Terrero la Labor. E) Flor de *Argemone ochroleuca* Sweet. F) Cultivo de maíz en La Congoja.....47

**Figura 5** – Ubicación del estado de Aguascalientes, México y localidades analizadas.....60

**Figura 6** -Método de Línea de Canfield.....61

**Figura 7** – Análisis canónico de correspondencia.....63

**Figura 8** - Especies de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes. Vista superior de los ejemplares adultos: **a.** *H. convergens* G. M. **b.** *S. loewii* M. **c.** *E. varivestis* M. **d.** *O. v-nigrum* M. **e.** *C. sanguinea* L. **f.** *S. horni* G. **g.** *C. cacti* L. ....74

**Figura 9** -**a.** Cópula de *H. convergens* sobre inflorescencias de *A. confertiflora*. **b.** Cópula de *H. convergens* en *B. odorata*. **c.** Cópula de *H. convergens* sobre *B. bigelovii*. **d.** *H. convergens* en *A. palmeri*. **e.** *C. sanguinea* en *B. odorata*. **f.** Coccinélido emergiendo del estadio de pupa sobre *A. palmeri*.....75

**Figura 10** -Especies de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes. Vista superior de los ejemplares adultos: **a.** *H. convergens* G. M. **b.** *S. loewii* M. **c.** *E. varivestis* M. **d.** *O. v-nigrum* M. **e.** *C. sanguinea* L. **f.** *S. horni* G. **g.** *C. cacti* L.....92

**Figura 11** -Fotografías de *Spodoptera frugiperda* tomadas durante los muestreos.....94

**Figura 12** -Fotografías de coccinélidos tomadas durante los muestreos.....95

## 1. Resumen

México es el centro de origen de la milpa, policultivo desarrollado desde tiempos prehispánicos que integra maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Cucurbita* spp.) principalmente. Además, integra a las arvenses, plantas que crecen de forma espontánea en campos agrícolas. Son parte fundamental de los agroecosistemas, brindan refugio a depredadores de plagas como las catarinas o evitan la erosión del suelo, por mencionar algunas. En el sentido social, las arvenses tienen distintos usos, por ejemplo alimento, medicina o forraje, sin embargo en el estado de Aguascalientes es necesario complementar la información existente. Por tal motivo, el objetivo de la presente tesis fue generar información que permita conocer más a fondo el cultivo de maíz en el estado de Aguascalientes, desde su riqueza de especies, el conocimiento y uso de las arvenses presentes en los cultivos de maíz, los parámetros edafológicos que influyen en su abundancia, el papel que juegan en la presencia de coccinélidos y cómo estos depredadores ayudan a controlar el gusano cogollero, plaga principal del maíz.

La tesis está estructurada en siete capítulos, el primero contempla una introducción al proyecto así como sus objetivos e hipótesis. En el capítulo dos se muestra un listado de las arvenses presentes en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes sumando 98 especies más a la lista preexistente e identificando su estatus migratorio; se describió el manejo de las arvenses y se concluyó que la similitud entre las provincias biogeográficas es baja. El capítulo tres aborda un análisis etnobotánico identificando 78 especies y seis categorías de uso, siendo el forrajero el más representativo; se analizó la correlación entre la edad y escolaridad con el conocimiento de las arvenses concluyendo que no existe correlación significativa entre ellas debido a los múltiples factores que influyen en el proceso de la adquisición del conocimiento tradicional. En el capítulo cuatro se realizó un análisis canónico de correspondencia (CCA) entre parámetros edafológicos (pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio) y climáticos (temperatura y precipitación pluvial) y la abundancia de las 47 arvenses identificadas, encontrando que *Amaranthus powellii* y *Xanthium strumarium* presentan sensibilidad a la conductividad eléctrica y potasio y *Amaranthus hybridus*, *Bidens bigelovii* y *Bidens odorata* a la alta concentración de fósforo, concluyendo que cada arvense responde de distinta manera a los parámetros edafológicos y climáticos. En el quinto capítulo se retoma la

importancia de las arvenses y la abundancia de coccinélidos. Se encontraron siete especies de coccinélidos, seis de ellas son nuevos registros para el estado, y 22 especies arvenses previamente identificadas. El coccinélido más abundante y presente en la totalidad de arvenses fue *Hippodamia convergens*. El sexto capítulo vincula la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la abundancia de coccinélidos depredadores, determinando que existe correlación significativa en la disminución de la incidencia del gusano cogollero y el aumento de la abundancia de coccinélidos. El último capítulo aborda las conclusiones generales y recomendaciones. Es importante seguir generando información sobre los procesos de adquisición del conocimiento tradicional y registrar los usos de las arvenses; realizar análisis complementarios con parámetros como el uso de agroquímicos, rotación de cultivos y manejo sobre la abundancia de las arvenses y utilizar métodos distintos de captura de coccinélidos para el registro de especies adicionales.

## 2. Abstract

Mexico is the center of origin for the milpa, a polyculture developed since prehispanic times that integrates maize (*Zea mays* L.), beans (*Phaseolus* spp.), and squash (*Cucurbita* spp.) primarily. Additionally, it includes weeds, plants that grow spontaneously in agricultural fields. These are fundamental components of agroecosystems, providing shelter for pest predators like ladybugs and preventing soil erosion, among other benefits. Socially, weeds have various uses, such as food, medicine, or forage. However, in the state of Aguascalientes, it is necessary to complement the existing information. Therefore, the objective of this thesis was to generate information to gain a deeper understanding of maize cultivation in the state of Aguascalientes, including species richness, knowledge and use of weeds present in maize crops, edaphic parameters influencing their abundance, the role they play in the presence of coccinellids, and how these predators help control the fall armyworm, the main pest of maize.

The thesis is structured into seven chapters. The first chapter includes an introduction to the project as well as its objectives and hypotheses. The second chapter presents a list of weeds present in the three biogeographic provinces of the state of Aguascalientes, adding 98 species to the pre-existing list and identifying their migratory status. Weed management was described, and

it was concluded that the similarity between the biogeographic provinces is low. Chapter three addresses an ethnobotanical analysis identifying 78 species and six categories of their use, with forage being the most representative. The correlation between age and education with the knowledge of weeds was analyzed, concluding that there is no significant correlation due to multiple factors influencing the process of acquiring traditional knowledge. Chapter four presents a canonical correspondence analysis (CCA) between edaphic parameters (pH, electrical conductivity, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium) and climatic parameters (temperature and rainfall) and the abundance of the 47 identified weeds. It was found that *Amaranthus powellii* and *Xanthium strumarium* are sensitive to electrical conductivity and potassium, while *Amaranthus hybridus*, *Bidens bigelovii*, and *Bidens odorata* are sensitive to high phosphorus concentration, concluding that each weed responds differently to edaphic and climatic parameters. Chapter five revisits the importance of weeds and the abundance of coccinellids. Seven species of coccinellids were found, six of which are new records for the state, along with 22 previously identified weed species. The most abundant and widespread coccinellid was *Hippodamia convergens*. Chapter six links the incidence of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) and the abundance of coccinellid predators, determining a significant correlation between the decrease in the incidence of the fall armyworm and the increase in the abundance of coccinellids. The final chapter addresses general conclusions and recommendations, mentioning the need to continue generating information on the processes of acquiring traditional knowledge and documenting the uses of weeds, conducting complementary analyses with parameters such as the use of agrochemicals, crop rotation, and management on the abundance of weeds, and using different methods for capturing coccinellids to record additional species.



### 3. Capítulo 1 - Introducción General

Las arvenses crecen en campos agrícolas de forma espontánea (Bye 1981, Ramírez-Salinas & Castro-Ramírez 2011, Sánchez & Sarandón 2014, Gaba *et al.* 2016, Vibrans 2016). Tienen roles imprescindibles que permiten la funcionalidad en el agroecosistema. Por ejemplo, protegen al suelo del intemperismo y degradación (Bye 1981), promueven el reciclaje de nutrientes que ayudan al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Blanco-Valdes & Leyva 2007), son fuente de néctar y polen (Vibrans 2016), crean microclimas capaces de soportar poblaciones de componentes bióticos diversos y abundantes (Grundy *et al.* 2011, Mashavakure *et al.* 2019) y proveen resistencia a las sequías (Blanco-Valdés, 2016).

El cultivo de maíz en México es un agroecosistema desarrollado desde tiempos prehispánicos (Mera *et al.* 2005) sembrado como policultivo en asociación con frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Cucurbita* spp.) integrando entre 20 y 30 especies incluyendo las arvenses (Toledo y Barrera-Bassols, 2019) y una gran diversidad de insectos (Ávila-Rodríguez *et al.*, 2023). La milpa junto con las arvenses, presentan un papel sociocultural imprescindible, son la base de la alimentación y de la cultura mexicana, por ese motivo, el maíz y las arvenses han coevolucionado de forma que las arvenses han adaptado su crecimiento, desarrollo y dispersión acorde al manejo del mismo. Además, forman parte de la vida diaria de las personas debido a los múltiples usos con que cuentan, ya sea para la alimentación del ser humano (Bye 1981), como fuente de forraje para animales de cría (Ayala-Enríquez *et al.* 2019), combustible, material de construcción o como parte de la medicina tradicional (Caballero & Mapes 1985, Blanckaert *et al.* 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007, Casas *et al.* 2016, Balcázar-Quñones *et al.* 2020). Su uso depende del conocimiento que las personas tengan sobre las arvenses, siendo la edad y escolaridad factores que influyen en el conocimiento tradicional.

El control y manejo de las arvenses es una actividad necesaria; en caso de no realizarlo las arvenses pueden ocasionar pérdidas en las cosechas. La forma y los implementos con los que se realiza dependen de la experiencia y decisiones de cada campesino con base en el conocimiento de las generaciones predecesoras (Vibrans 2016). Anteriormente se realizaban prácticas de control con fuego, manualmente o con herramientas simples (Lara *et al.* 2012). Sin embargo, a

partir de la segunda mitad del siglo XX, comenzó el uso de agroquímicos y mecanización con distintos implementos agrícolas (Sonnenfeld 1992), llevando a la sustitución de las herramientas tradicionales. Además del manejo, su presencia está influenciada por parámetros edafológicos como pH, salinidad, nutrientes como nitrógeno, fósforo o potasio e incluso por factores climáticos como temperatura y precipitación.

Las arvenses también forman parte fundamental del control de plagas del maíz al ofrecer refugio, presas y fuentes de alimento para los enemigos naturales (Altieri y Trujillo 1987; Penagos *et al.*, 2003; Moreira *et al.*, 2015), proveen polen, néctar floral, extrafloral y savia a parasitoides y depredadores como fuentes de energía para mejorar la supervivencia en periodos de escasez de presas (Landis *et al.*, 2005). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) es una de las plagas más destructivas que afectan al cultivo de maíz en México (Bautista, 2006); sin embargo los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), llamados comúnmente como catarinas o mariquitas son uno de los grupos de insectos que debido a su alimentación generalista, se les identifica como una de las principales depredadoras de los insectos plaga del maíz (Cortéz y Trujillo, 1994; García-Gutiérrez *et al.*, 2012; Murillo, 2014; Hernández-Trejo *et al.*, 2018; González-González *et al.*, 2020).

El estado de Aguascalientes se ubica en la zona centro norte del país (21° 37' 20" y 22° 27' 35" N, 101° 50' 07" y 102° 52' 27" O) con una extensión de 5,616 km<sup>2</sup> representando aproximadamente el 0.3 % del territorio nacional. Colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco (INEGI 2017). Se ubica en la convergencia de tres provincias biogeográficas: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP) con características que las diferencian como tipo de vegetación y condiciones climáticas (Espinosa *et al.* 2008, Siqueiros-Delgado *et al.* 2017). La SMO cuenta con un clima templado subhúmedo con predominancia de bosques de coníferas, encinos y pastizales; el AS presenta clima semiárido con vegetación compuesta por matorral xerófilo y pastizales y en la CP el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y vegetación de selva caducifolia y ecotono con bosques de encino y pino (Espinosa *et al.* 2008).

El cultivo de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes ocupa más del 75 % de la superficie (SIAP 2022). En la presente investigación se trabajó en tres localidades para la recopilación de información, una por cada provincia biogeográfica: “La Congoja” en el municipio de San José de Gracia (22° 09’ 57” N, 102° 33’ 26” O, 2,512 m snm); presenta clima tipo C(w) – templado subhúmedo con lluvias en verano; “La Luz” en el municipio de El Llano (21° 59’ 56” N, 101° 59’ 45” O, 2,030 m snm); cuenta con clima BS1k – semiseco templado con lluvias en verano y “Terrero la Labor” en el municipio de Calvillo (22° 1’ 28” N, 102° 40’ 18” O, 1,840 m snm) con clima BS1h – semiseco semicálido con lluvias en verano (INEGI 2017)

## Objetivos e hipótesis

### Objetivos

Las arvenses desempeñan un papel importante en el cultivo del maíz; sin embargo, la información sobre las arvenses, su riqueza, uso, conocimiento y su papel en la presencia en el agroecosistema es escasa, por lo que los objetivos de la presente investigación son:

- a) Describir el control y manejo de las arvenses durante el ciclo agrícola.
- b) Determinar la riqueza y diversidad de arvenses en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica del estado de Aguascalientes.
- c) Determinar el estatus migratorio de las arvenses registradas.
- d) Describir los usos de las arvenses presentes en el cultivo de maíz de temporal.
- e) Analizar la relación entre la edad y escolaridad en el conocimiento y uso de las arvenses
- f) Determinar la relación entre la abundancia de arvenses y los parámetros edafológicos y climáticos en cultivos de maíz de temporal
- g) Identificar las especies de arvenses y coccinélidos asociados a su presencia en cultivos de maíz de temporal
- h) Determinar la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la abundancia de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal.

### Hipótesis

- a) La edad y escolaridad influyen en el conocimiento y uso de las arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal.

## Literatura citada

- Altieri, M.A., Trujillo, J. (1987). The agroecology of corn production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology*, 15, 189-220. <https://doi.org/10.1007/BF00888380>
- Ávila-Rodríguez, V., Nava-Camberos, U., Czaja, A., Estrada-Rodríguez, J. L., García-de la Peña, M. C., Hernández-Arreola, A. L., Rivera-Zamarripa, A. D., Ramírez-Aguillón, D., Reyes-Muñoz, J. L. (2023) Diversidad de insectos en maíz en la Comarca Lagunera, México. *Southwestern Entomologist*, 48 (1), 203–211. <https://doi.org/10.3958/059.048.0120>
- Ayala-Enríquez, M. I., Román-Montes de Oca, E., García-Lara, F. (2019). Caracterización del sistema milpa en Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos, México., *Acta Agrícola y Pecuaria* 5: 11-23. <https://doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051003>
- Balcázar-Quñones, A., White-Olascoaga, L., Chávez-Mejía, C., Zepeda-Gómez, C. (2020). Los quelites: Riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotánica*, (49): 219-242. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>
- Bautista, M. N. (2006). Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México. 113pp. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano\\_cogollero\\_en\\_ma\\_z\\_y\\_arroz.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_arroz.pdf)
- Blanckaert, I., Vancraeynest, K., Swennen, R. L., Espinosa-García, F. J., Piñero, D., Lira-Saade, R. (2007). Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semi-arid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 39-48. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.015>
- Blanco-Valdes, Y. (2016). The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. *Cultivos Tropicales*, 37: 34-56. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Bye, R. (1981). Quelites: ethnoecology of edible greens, past, present and future. *Journal of Ethnobiology*, 1, 109-123.
- Caballero, J., Mapes, C. (1985). Gathering and subsistence patterns among the P'urhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 5(1), 31-47.
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. I., Rangel-Landa, S., Blancas, J., Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farán-Heredia, B.,

- Arellanes, Y., Campos, N. (2016). Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. *En: Lira, R., A. Casas y J. Blancas (eds.). Ethnobotany of Mexico. Springer. New York, USA. Pp. 179–206.*  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_8)
- Cortéz, H., Trujillo, J. (1994) Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres ecosistemas de maíz. *Turrialba*, 44 (1), 1–9.
- Espinosa, D., Ocegueda, S., Aguilar, C., Flores, O., Llorente-Bousquets, J., Vázquez, B. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *In: Challenger A, González F, Morrone JJ, eds. Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad.* DF, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 33-65. ISBN: 978-607-7607-03-8
- Gaba, S., Reboud, X., Fried, G. (2016). Agroecology and conservation of weed diversity in agricultural lands. *Botany Letters*, 163, 351-354.  
<https://doi.org/10.1080/23818107.2016.1236290>
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., Cortez-Mondaca, E. (2012) Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximanai*, 8 (3), 55–70.
- González-González, C., Lara-García, T., Jardón-Barbolla, L., Benitez, M. (2020) Linking coleopteran diversity with agricultural management of maize-based agroecosystems in Oaxaca, Mexico. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 590720.  
<https://doi.org/10.3389/fsusfs.2020.590720>
- Grundy, A.C., Mead, A., Bond, W., Clark, G., Burston, S. (2011). The impact of herbicide management on long-term changes in the diversity and species composition of weed populations. *Weed Research*, 51, 187-200. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00831.x>
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J.A., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S. E., Rodríguez-Herrera, R. (2018) Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agroproductividad*, 11 (1), 9–14.
- INEGI. (2017) Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 2 enero 2022).

- Landis, D. A., Menalled, F. D., Costamagna, A. C., Wilkinson, T. K. (2015) Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science*, 53 (6), 902–908. <http://doi.org/10.1614/WS-04-050R1.1>
- Lara, E., Caso, L., Aliphath, M. (2012). El sistema milpa roza, tumpa y quema de los Mayas Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximnhai*, 8, 71-92.
- Mshavakure, N., Mashingaidze, A. B., Musundire, R., Gandiwa, E., Thierfelder, C., Muposhi, V. K., (2019). Beetle and maize yield response to plant residue application and manual weeding under two tillage systems in northern Zimbabwe. *Applied Soil Ecology*, 144, 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.07.016>
- Mera, L. M., Alvarado, R., Basurto, F., Bye, R., Castro, D., Evangelista, V., Mapes, C., Martínez, M. A., Molina, N., Saldivar, J. (2005). De quelites me como un taco. *Ciencias*, 77, 36-38.
- Moreira, E. F., Boscolo, D., Viana, B. F. (2015) Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. *PloS One*, 10, 1–19. <https://doi.org/10.13371/journal.pone.0123628>
- Murillo, H. (2014). Depredación de huevos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en algodón y maíz en El Espinal, Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (1), 63–66.
- Paredes-Flores, M., Lira-Saade, R., Dávila-Aranda, P. D. (2007). Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botanica Mexicana*, (79), 13-61. <https://doi.org/10.21829/abm79.2007.1037>
- Penagos, D. I., Magallanes, R., Valle, J., Cisneros, J., Martínez, A. M., Goulson, D., Chapman J. W., Caballero, P., Cave, R. D., Williams, T. (2003). Effects of weeds on insect pests of maize and their natural enemies in Southern Mexico. *International Journal of Pest Management*, 49 (2), 155–161. <https://doi.org/10.1080/0967087021000043111>
- Ramírez-Salinas, C., Castro-Ramírez, A. E. (2011). "Los montes", conocimiento tradicional campesino sobre las arvenses de la milpa en Teopisca y Amatenango del Valle, Chiapas. *En: Ávila Romero LE, eds. Desarrollo sustentable, interculturalidad y vinculación comunitaria*. San Cristobal de las Casas, Chiapas: Universidad Intercultural de Chiapas. ISBN: 978-607-9147-05-1
- Sánchez, G. E., Sarandón, S. J. (2014). Principios de manejo agroecológico de malezas. *In: Sarandón SJ, Flores CC, eds. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de*

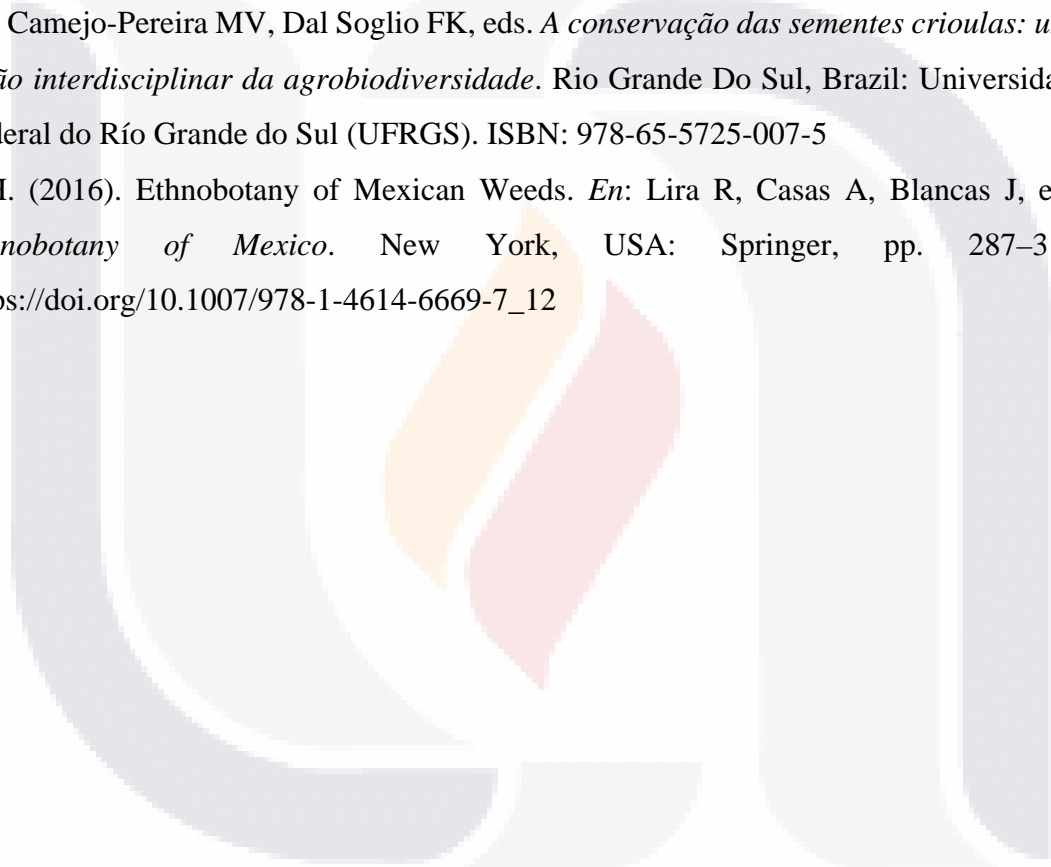
*agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 978-950-34-1107-0

Siqueiros-Delgado ME, Rodríguez-Ávalos JA, Martínez-Ramírez J, Sierra-Muñoz JC, García-Regalado G. 2017. *Vegetación del estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8523-15-3

Sonnenfeld, D. (1992). Mexico's 'Green Revolution', 1940-1980: Towards an Environmental History. *Environmental History Review*, 16, 28-52.

Toledo, V.M., Barrera-Bassols, N. (2019). La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. *En: Camejo-Pereira MV, Dal Soglio FK, eds. A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade*. Rio Grande Do Sul, Brazil: Universidade Federal do Río Grande do Sul (UFRGS). ISBN: 978-65-5725-007-5

Vibrans, H. (2016). Ethnobotany of Mexican Weeds. *En: Lira R, Casas A, Blancas J, eds, Ethnobotany of Mexico*. New York, USA: Springer, pp. 287–319: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_12)



## 4. Capítulo 2: Arvenses en cultivos de maíz de temporal en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes

### 4.1. Resumen

**Antecedentes:** Las investigaciones sobre arvenses en cultivo de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes son escasas.

**Preguntas:** ¿Qué especies arvenses se encuentran en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica en el estado de Aguascalientes? ¿Cómo es su control y manejo?

**Sitio y años de estudio:** Un sitio en cada una de las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP); durante los ciclos agrícolas 2020 y 2021.

**Métodos:** Se aplicaron 30 entrevistas semiestructuradas para describir el control y manejo de arvenses. Se realizaron 48 inventarios florísticos y mismo número de muestreos para estimar riqueza e índices de diversidad de Shannon-Whiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{Si}$ ). La similitud florística se evaluó con el Índice de Jaccard ( $I_j$ ). Resultados: El control de arvenses se realiza principalmente con tractor, yunta y en menor proporción herbicida. Se identificaron 128 especies, 21 introducidas. Aunque en SMO se registró mayor riqueza y diversidad, no existe diferencia significativa en la riqueza promedio entre las tres provincias ( $P > 0.05$ ), pero sí en diversidad ( $H'$ ) entre SMO con AS y CP y ( $D_{Si}$ ) entre CP y SMO ( $P < 0.05$ ). La similitud florística fue menor al 50 %.

**Conclusiones:** En el estado de Aguascalientes existe gran riqueza de arvenses en cultivos de maíz de temporal y la composición florística está diferenciada por provincia biogeográfica. Los resultados de la investigación suman al registro y conocimiento de las arvenses a nivel local y nacional.

**Palabras clave:** Agricultura, agrobiodiversidad, agroecología, especies introducidas, especies nativas, malezas.

### 4.2. Abstract

**Background:** Research on weeds in rainfed maize crops in the state of Aguascalientes is scarce.

**Questions:** What weed species are found in rainfed maize crops by biogeographic province? How are they controlled and managed?



**Study site and periods:** One site in each of the three biogeographic provinces of the state of Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) and Pacific Coast (CP), 2020 and 2021.

**Methods:** Thirty semi-structured interviews were applied to describe the control and management of weeds. Forty-eight floristic inventories were carried out and the same number of sampling sites to obtain the richness and Shannon-Whiener and Simpson diversity indexes. Floristic similarity was evaluated with the Jaccard Index ( $I_j$ ).

**Results:** Weed control is carried out mainly with tractor, animals and to a lesser extent herbicide. A total of 128 species were identified, 21 of which were introduced. SMO reported higher richness and diversity. There were not significant differences in average richness between the three provinces ( $P > 0.05$ ) but there is a significant difference in diversity ( $H'$ ) between SMO with AS and CP as well as ( $D_{Si}$ ) between CP and SMO ( $P < 0.05$ ). Floristic similarity was less than 50 %.

**Conclusions:** There is a great richness of weeds in rainfed maize crops. The floristic composition is differentiated by biogeographic province in the state of Aguascalientes. This work increases records and knowledge of weeds at local and national level.

**Keywords:** Agriculture, agrodiversity, agroecology, introduced species, native species, non-crop species.

### 4.3. Introducción

Las plantas arvenses crecen en campos agrícolas de forma espontánea (Bye 1981, Ramírez-Salinas & Castro-Ramírez 2011, Sánchez & Sarandón 2014, Gaba et al. 2016, Vibrans 2016). Juegan un papel importante como protectoras del suelo (Bye 1981) y promueven el reciclaje de nutrientes que ayudan al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Blanco-Valdes y Leyva 2007). Son fuente de néctar y polen (Vibrans 2016), crean microclimas capaces de soportar poblaciones de componentes bióticos diversos y abundantes (Grundy *et al.* 2011, Mashavakure *et al.* 2019), influyen en la organización y funcionamiento de los agroecosistemas (Altieri 1988) y su presencia significa menor afectación a los cultivos por enfermedades, plagas y sequías (Altieri *et al.* 2012, Blanco-Valdes 2016). Las arvenses son vistas desde dos posiciones contrapuestas: la primera donde se consideran competencia para el cultivo principal (Gallandt & Weiner 2015) en la cual no son toleradas y se busca su erradicación; y en la segunda, se las integra como parte del

agroecosistema y se enaltecen los beneficios de su presencia (Altieri 1988, Sánchez y Sarandón 2014) tanto para la alimentación del ser humano (Bye 1981), como fuente de forraje para animales de cría (Ayala-Enríquez *et al.* 2019), combustible, material de construcción o como parte de la medicina tradicional (Caballero & Mapes 1985, Blanckaert *et al.* 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007, Casas *et al.* 2016, Balcázar-Quiñones *et al.* 2020).

Debido a la dinámica global actual, algunas especies de plantas y animales han sido transportadas fuera de sus áreas de origen de forma intencional o accidental (CONABIO 2023), considerándose especies exóticas o introducidas con posibles consecuencias negativas sobre los ecosistemas (CBD 2009) y las arvenses no son la excepción. Actualmente se tienen registradas aproximadamente 700 especies introducidas en México, algunas se consideran de importancia debido a que ocasionan pérdidas económicas, agropecuarias, ambientales y de salud humana (Espinosa-García & Villaseñor 2017); sin embargo, existen especies que se han incorporado a las actividades económicas, gastronómicas, de cosmovisión y medicina tradicional de las comunidades del país (Vibrans 2016).

El cultivo de maíz es el principal ejemplo de un agroecosistema desarrollado en Mesoamérica desde tiempos prehispánicos (Mera *et al.* 2005); si se siembra a modo de policultivo asociado, principalmente con frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Curcubita* spp.), se conoce como milpa, agroecosistema que integra en promedio entre 20 y 30 especies incluyendo las arvenses (Toledo & Barrera-Bassols 2019).

El control y manejo de las arvenses en el cultivo se derivan principalmente de la experiencia y toma de decisiones de cada campesino con base en el conocimiento de las generaciones predecesoras (Vibrans 2016). Se realizaban prácticas de control con fuego, manualmente o con herramientas simples (Lara *et al.* 2012) como azadón, machete o bien con tracción animal como la yunta. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XX, comenzó el uso extensivo de agroquímicos y mecanización con distintos implementos agrícolas (Sonnenfeld 1992), lo que llevó a la sustitución de las herramientas tradicionales debido a los beneficios que éstas proveían como el ahorro de tiempo y eficacia en la erradicación de arvenses (Monroy-Sais *et al.* 2022). En el caso de los herbicidas, se han documentado los cambios drásticos en los cultivos

tradicionales (Vigouroux *et al.* 2011, Petit *et al.* 2022), entre ellos una disminución de la diversidad de las comunidades arvenses (Chikoye *et al.* 2004) y la generación de resistencia a los mismos (Grundy *et al.* 2011).

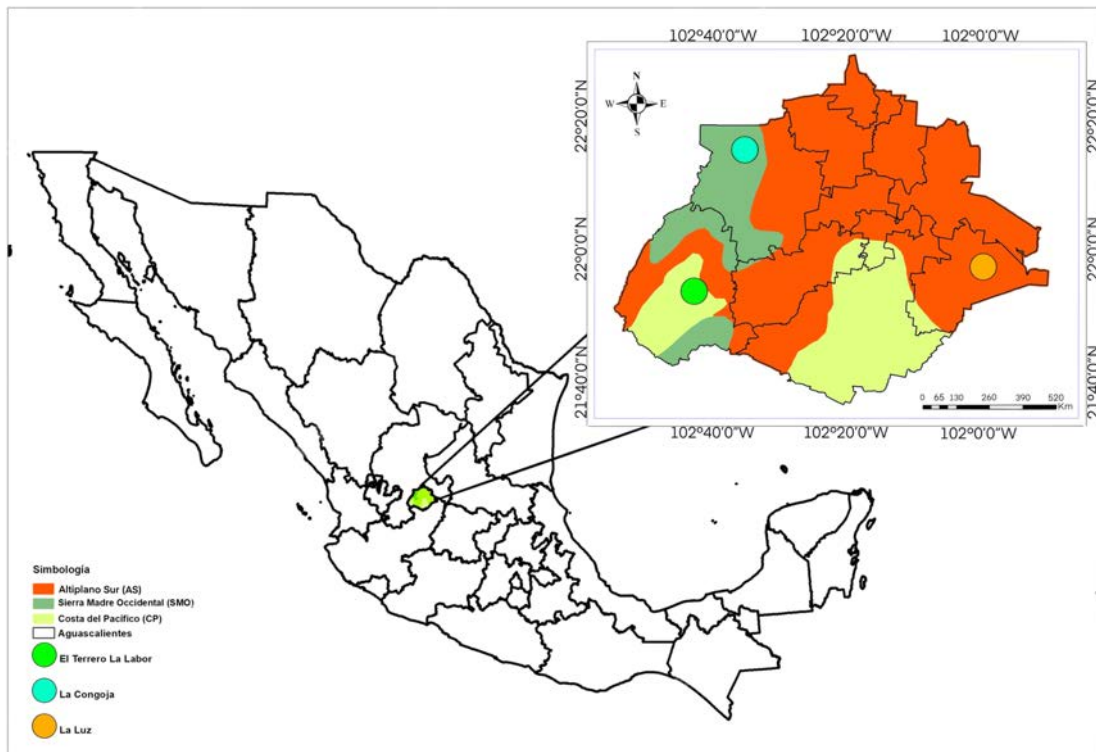
En 2020, el maíz de temporal fue el principal cultivo en el estado de Aguascalientes y representó una superficie de 77,977 ha (78.4 %) siendo destinado principalmente para forraje (SIAP 2022). Actualmente existen investigaciones que mencionan a las arvenses de manera indirecta como “malezas” o “plantas silvestres” (de la Cerda-Lemus 2002, Barba-Ávila *et al.* 2003, García-Regalado 2007, Sierra-Muñoz *et al.* 2015, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019), siendo lo reportado por de la Cerda-Lemus (2002) el único trabajo para el estado con el registro de malezas en maíz de temporal por lo que la presente investigación busca complementar y sumar al registro y conocimiento de las arvenses en el estado de Aguascalientes. Se plantearon los siguientes objetivos: i) Describir el control y manejo de las arvenses durante el ciclo agrícola; ii) determinar la riqueza, diversidad y similitud de arvenses en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica del estado de Aguascalientes; iii) determinar el estatus migratorio de las arvenses registradas.

#### **4.4. Materiales y métodos**

##### **4.4.1. Área de estudio**

El estado de Aguascalientes se ubica en la convergencia de tres provincias biogeográficas: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP) (Figura 1) con características que las diferencian como tipo de vegetación y condiciones climáticas (Espinosa *et al.* 2008, Siqueiros-Delgado *et al.* 2017). La SMO cuenta con un clima templado subhúmedo con predominancia de bosques de coníferas, encinos y pastizales; el AS presenta clima semiárido con vegetación compuesta por matorral xerófilo y pastizales y en la CP el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y vegetación de selva caducifolia y ecotono con bosques de encino y pino (Espinosa *et al.* 2008). Con base en los proyectos de investigación de biodiversidad de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la vinculación con las autoridades ejidales, se eligió una localidad representativa por provincia biogeográfica. Para la provincia de la Sierra Madre Occidental (SMO) se eligió la localidad “La Congoja” (LC) ubicada en el municipio de San José de Gracia (22° 09' 57" N, 102° 33' 26" O, 2,512 m s.n.m.); presenta

clima tipo C(w) – templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI 2017) y su principal actividad económica consiste en la crianza de animales, mayormente ganado ovino y porcino (INEGI 2020). Para el Altiplano Sur (AS) la localidad de “La Luz” (LL) en el municipio de El Llano (21° 59’ 56” N, 101° 59’ 45” O, 2,030 m s.n.m., cuenta con clima BS1k – semiseco templado con lluvias en verano y su actividad económica principal consiste en el cultivo o cosecha de productos agrícolas como maíz y frijol (INEGI 2020). Para la provincia Costa del Pacífico (CP) “Terrero la Labor” (TL) en el municipio de Calvillo (22° 1’ 28” N, 102° 40’ 18” O, 1,840 m s.n.m.), el clima es BS1h – semiseco semicálido con lluvia de verano y su principal actividad económica es el cultivo de maíz (INEGI 2017).



**Figura 1** – Provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes y ubicación de localidades donde se realizaron los muestreos.

#### 4.4.2. Entrevistas semiestructuradas

Se realizaron 10 entrevistas semiestructuradas (Díaz-Bravo *et al.* 2013, Menendez-Baceta *et al.* 2015) por provincia biogeográfica durante septiembre y noviembre de 2020. Se aplicaron a agricultores dueños de parcelas con maíz de temporal elegidos de manera aleatoria y bajo muestreo dirigido (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía 2013). La entrevista se realizó con base en

el Código de Ética de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (Cano-Contreras *et al.* 2016) y bajo consentimiento previo. Las preguntas estuvieron enfocadas a registrar de forma descriptiva las labores agrícolas y los métodos de control y manejo de arvenses.

#### 4.4.3. Diseño de muestreo.

Para obtener el listado florístico se realizaron 48 inventarios fitoecológicos en el mismo número de sitios de muestreo con cultivo maíz de temporal elegidos de manera dirigida (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía 2013) y con previa autorización del dueño, diez por provincia biogeográfica durante el ciclo agrícola 2020, cinco en SMO y CP y ocho en AS durante 2021. Una vez en el sitio de muestreo, se utilizó el método área muestra homogénea de 256 m<sup>2</sup> en orden ascendente (1/64, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 256 m<sup>2</sup>) (Daget & Godron 1982, Sosa-Ramírez *et al.* 2015) y adicionalmente se registraron las especies que se observaron fuera del área de muestreo, pero dentro de la parcela (Rivera-Ramírez *et al.* 2021). Además, con el fin de analizar la diversidad de arvenses se muestreó por medio de cuadrantes al azar con base en la técnica usada por Sánchez-Blanco & Guevara-Féfer (2013). Consistió en diez repeticiones al azar de un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup> (0.5 × 0.5 m) colocándolos aleatoriamente (Mueller-Dombois & ElleMBERG 1974) y registrando el número de individuos por especie y unidad de área.

Se colectaron y herborizaron las arvenses observadas para su posterior identificación mediante comparación con los ejemplares depositados en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA, Thiers 2019) y usando literatura especializada (Siqueiros-Delgado 1996, García-Regalado 2005, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005, de la Cerda-Lemus 2010, Siqueiros-Delgado *et al.* 2011, 2020; Cerros-Tlatilpa *et al.* 2015). Además, se consultó la colección digital del Missouri Botanical Garden (MO) (TROPICOS 2018) y se corroboró el nombre de cada especie basándose en International Plant Names Index (IPNI 2023) y Global Plants (JSTOR 2018). Se investigó el estatus migratorio de cada especie para determinar si se considera nativa o introducida, con base en la plataforma digital de malezas de México (Vibrans 2012), y lo reportado por Villaseñor & Espinosa-García (2004), Villaseñor (2016) y Sánchez-Ken (2018).

#### 4.4.4. Análisis de la información

Se determinó la riqueza (S) y diversidad alfa por medio de los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{Si}$ ) para los años 2020, 2021 y promedio. Con el software R (R Core Team 2022, versión 2.14) se obtuvieron los índices de diversidad (Oksanen *et al.* 2022) por sitio de muestreo y por provincia biogeográfica; posteriormente se aplicó una prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) o Kruskal-Wallis en caso de no contar con datos con distribución normal (Fox & Weinsberg 2019), para determinar si existen diferencias estadísticas en la riqueza e índices de diversidad entre provincias por año analizado y en promedio.

Para determinar la similitud florística, se elaboraron matrices de incidencia con datos binarios de presencia-ausencia por provincia biogeográfica y se obtuvo el Índice de Similitud de Jaccard ( $I_j$ ) (Jaccard 1908), el cual se basa en el número de especies comunes en dos áreas y el número total de especies. La fórmula es:  $I_j = \frac{c}{(A + B - C)} * 100$  donde:

$I_j$  = Índice de Jaccard

C = Número de especies comunes en ambas comunidades

A = Número de especies presentes en la comunidad A

B = Número de especies presentes en la comunidad B

### 4.5. Resultados

#### 4.5.1. Labores agrícolas, control y manejo de arvenses

La siembra de maíz de temporal se realiza entre los meses de mayo y julio, una vez que comienza la temporada de lluvias; la decisión de cuándo es el mejor día para la siembra depende directamente del campesino con base en su apreciación y experiencia. Todos los agricultores siembran semilla local. Una estrategia para no depender totalmente de la precipitación es el almacenamiento de agua en bordos, los cuales proveen de agua al cultivo con los llamados riegos de auxilio. En AS el 60 % y en SMO el 80 % de las parcelas tuvieron acceso al agua de un bordo cercano a los sitios de muestreo; en contraste, en CP no se cuenta con estrategias de almacenamiento de agua, dependiendo totalmente de la precipitación.

La siembra del maíz con otro cultivo se diferenció por provincia biogeográfica. En AS fue monocultivo; sin embargo, se practica la rotación, un año siembran maíz y al siguiente ciclo frijol (*Phaseolus* spp.) asociado con calabaza (*Cucurbita* spp.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) o avena forrajera (*Avena fatua* L.). En el caso de SMO y CP no se rotan los cultivos y en el 50 % de los sitios muestreados se sembró el maíz asociado con avena (*Avena fatua* L.) o calabaza (*Cucurbita* spp.), en CP también incorporaron sorgo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). La totalidad de la producción de maíz de temporal es para forraje en las tres comunidades, ya sea para ganado propio o para venta.

En el control de arvenses, las labores comienzan previo a la siembra, utilizando medios mecánicos para su remoción con tractor y yunta. En este sentido imperó el uso de tractor en las tres provincias biogeográficas aunque en la SMO y CP todavía el 10 % utilizó yunta para tal fin. Una vez que los campesinos consideran que ya es buen momento para sembrar, se procede a la preparación de los surcos y remoción de las primeras arvenses donde se observaron dos estrategias principales: en AS se utilizó exclusivamente tractor mientras que en CP y SMO el 50 % de los campesinos utilizaron tractor y el resto yunta. Una vez sembrado, en las tres comunidades se realizan hasta dos escardas. En AS se usó tractor en el 80 % de los casos y el resto lo usó para aspersión de herbicida. En CP el 80 % utilizó la yunta y el 20 % restante tractor; sin embargo, el 50 % combina con la aplicación de herbicida. SMO presentó un 60 % de uso de yunta, 40 % tractor y 10 % de combinación con herbicida. En todos los casos el único herbicida aplicado fue 2-4-D bajo distintos nombres comerciales.

#### 4.5.2. Riqueza de arvenses

En los 48 sitios de muestreo, se registraron 28 familias, 91 géneros y 128 especies (Anexo 2). Diez parcelas contaron con 20 especies o más: cinco en SMO, tres en CP y dos en AS (Tabla 1). Tres familias representaron el 50.7 % del total de especies: Asteraceae (27.3 %), Poaceae (16.4 %) y Solanaceae (7 %) (Tabla 2). En SMO se registró la mayor riqueza de familias y especies, 22 y 76 respectivamente, en CP 16 y 62 y por último en AS 18 y 57. SMO presentó la mayor riqueza promedio; sin embargo, no existe diferencia significativa entre las tres comunidades ( $P > 0.05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 1** - Valores de riqueza de especies ( $S_t$ ), índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{Si}$ ) por sitio de muestreo y provincia biogeográfica. SMO – Sierra Madre Occidental, CP – Costa del Pacífico, AS – Altiplano Sur.

Sitio de muestreo	Provincia biogeográfica								
	SMO			CP			AS		
	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$
1	26	1.595	0.713	23	1.303	0.631	21	2.093	0.85
2	24	1.674	0.723	22	1.531	0.712	21	1.004	0.579
3	22	1.667	0.775	22	2.094	0.852	19	2.001	0.799
4	20	2.129	0.848	19	1.723	0.759	19	2.467	0.902
5	20	2.151	0.862	17	1.798	0.799	17	1.099	0.606
6	19	2.218	0.872	16	1.483	0.722	17	1.37	0.7
7	19	1.678	0.722	15	1.748	0.781	16	1.509	0.746
8	16	1.551	0.746	15	1.768	0.753	16	1.119	0.604
9	16	1.882	0.794	15	1.524	0.758	16	1.763	0.809
10	14	2.089	0.84	15	1.405	0.722	15	1.618	0.736
11	14	1.81	0.799	13	0.975	0.458	14	1.655	0.764
12	14	2.315	0.887	12	1.503	0.694	14	1.497	0.757
13	13	1.769	0.8	10	1.823	0.787	12	1.991	0.832
14	11	2.156	0.866	9	1.547	0.712	12	1.549	0.773
15	10	1.78	0.813	7	0.988	0.579	11	1.672	0.776
16	-	-	-	-	-	-	9	1.771	0.794
17	-	-	-	-	-	-	9	1.318	0.681
18	-	-	-	-	-	-	7	1.323	0.666



**Tabla 2** - Familias con dos o más especies, géneros totales (Gt) y especies totales (Et) por provincia biogeográfica (PB). Altiplano Sur (AS), Costa del Pacífico (CP) y Sierra Madre Occidental (SMO).

Familia	Géneros totales y por PB				Especies totales y por PB			
	Gt	AS	CP	SMO	Et	AS	CP	SMO
Amaranthaceae	4	4	2	2	8	7	3	3
Asteraceae	28	11	12	22	35	13	14	28
Brassicaceae	4	3	3	3	4	3	3	3
Commelinaceae	3	-	2	2	4	-	2	3
Convolvulaceae	1	2	-	2	3	2	-	2
Euphorbiaceae	3	2	3	2	6	3	6	2
Fabaceae	6	3	2	3	7	3	2	4
Malvaceae	3	3	3	2	3	3	3	2
Onagraceae	2	-	-	2	3	-	-	3
Oxalidaceae	1	-	-	1	3	-	-	3
Poaceae	12	7	10	6	21	11	15	6
Polygonaceae	2	1	-	2	3	2	-	3
Solanaceae	4	1	3	3	9	2	6	3
Verbenaceae	3	-	2	2	4	-	2	3

**Tabla 3** - Valores promedio ( $\bar{x} \pm E. E.$ ) de riqueza y diversidad en los sitios de muestreo por provincia biogeográfica. Los valores con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ) de acuerdo con la prueba de Tukey o Kruskal-Wallis para las variables de riqueza total ( $S_T$ ), diversidad promedio ( $H'$ ) y ( $D_{Si}$ ) y diversidad por año analizado ( $H'_{2020}$ ), ( $H'_{2021}$ ), ( $D_{Si2020}$ ) y ( $D_{Si2021}$ ).

Indicador	Provincia biogeográfica		
	SMO	CP	AS
Sitios de muestreo	15	15	18
Familias botánicas	22	16	18
Géneros	61	48	44
Riqueza total ( $S_T$ )	76	62	57
Especies nativas	65	51	45
Especies introducidas	11	11	12
Riqueza promedio (2020) ( $S_{prom2020}$ )	15.1 ( $\pm 1.168$ ) <sup>a</sup>	13.7 ( $\pm 1.193$ ) <sup>a</sup>	13.7 ( $\pm 1.591$ ) <sup>a</sup>
Riqueza promedio (2021) ( $S_{prom2021}$ )	21.2 ( $\pm 1.743$ ) <sup>a</sup>	19.4 ( $\pm 1.805$ ) <sup>a</sup>	16.0 ( $\pm 1.000$ ) <sup>a</sup>
Riqueza promedio ( $S_{prom}$ )	17.2 ( $\pm 1.21$ ) <sup>a</sup>	15.3 ( $\pm 1.23$ ) <sup>a</sup>	14.7 ( $\pm 0.96$ ) <sup>a</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener (2020) ( $H'_{2020}$ )	1.903 ( $\pm 0.084$ ) <sup>a</sup>	1.536 ( $\pm 0.100$ ) <sup>b</sup>	1.779 ( $\pm 0.114$ ) <sup>a, b</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener (2021) ( $H'_{2021}$ )	1.886 ( $\pm 0.030$ ) <sup>a</sup>	1.571 ( $\pm 0.035$ ) <sup>a, b</sup>	1.379 ( $\pm 0.031$ ) <sup>b</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )	1.898 ( $\pm 0.065$ ) <sup>b</sup>	1.548 ( $\pm 0.078$ ) <sup>a</sup>	1.601 ( $\pm 0.089$ ) <sup>a</sup>

Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson (2020) ( $D_{Si2020}$ )	0.812 ( $\pm$ 0.084) <sup>a</sup>	0.704 ( $\pm$ 0.033) <sup>a, b</sup>	0.780 ( $\pm$ 0.023) <sup>b</sup>
Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson (2021) ( $D_{Si2021}$ )	0.788 ( $\pm$ 0.030) <sup>a</sup>	0.735 ( $\pm$ 0.035) <sup>a</sup>	0.697 ( $\pm$ 0.031) <sup>a</sup>
Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson ( $D_{Si}$ )	0.804 ( $\pm$ 0.015) <sup>a</sup>	0.714 ( $\pm$ 0.025) <sup>b</sup>	0.743 $\pm$ 0.020) <sup>a, b</sup>

#### 4.5.3. Análisis de diversidad

La provincia SMO presentó la mayor diversidad promedio ( $D_{Si} = 0.804 \pm 0.05$ ;  $H' = 1.898 \pm 0.25$ ); seguida por AS ( $D_{Si} = 0.743 \pm 0.08$ ;  $H' = 1.601 \pm 0.37$ ) y CP ( $D_{Si} = 0.714 \pm 0.097$ ;  $H' = 1.548 \pm 0.30$ ); se registró que el comportamiento por año fue diferenciado (Tabla 2). En general, la diversidad promedio ( $H'$ ) tuvo diferencias significativas entre SMO y AS y CP ( $P < 0.05$ ). La diversidad  $D_{Si}$  promedio difirió entre CP y SMO ( $P < 0.05$ ) (Tabla 3).

#### 4.5.4. Similitud florística

La similitud florística entre las tres provincias biogeográficas fue menor al 50 %, siendo en AS y en CP donde se encuentran las comunidades con mayor número de especies compartidas con 34 y representando un  $I_j = 40.0$  %. SMO y CP, a pesar de su cercanía geográfica presentaron menor similitud, con  $I_j = 22.1$  % y 25 especies en común (Tabla 4)

**Tabla 4** -Especies en común e índice de similitud de Jaccard ( $I_j$ ) entre sitios de estudio.

Provincia biogeográfica	Especies en común / $I_j$ (%)		
	AS	CP	SMO
AS	-	34 / 40.0	27 / 25.5
CP	34 / 40.0	-	25 / 22.1
SMO	27 / 25.5	25 / 22.1	-

4.5.5. Estatus migratorio

El 16.5 % de las especies son introducidas, siendo Poaceae la mejor representada con ocho especies (Figura 2). La mayor presencia de arvenses introducidas se reportó en AS con 12 (21 %), seguido de CP con 11 (17.7 %) y SMO con 11 (14.5 %) (Tabla 3). *Brassica rapa* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Malva parviflora* L., *Melinis repens* (Willd.) Zizka y *Raphanus raphanistrum* L. son las especies introducidas con presencia en las tres provincias biogeográficas. Además, se encontraron algunas exclusivas por comunidad; *Cenchrus ciliaris* L., *Chenopodium album* L. y *Reseda luteola* L. en AS; *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., *Ricinus communis* L. y *Sorghum halepense* (L.) Pers. en CP y *Avena fatua* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex. Aiton y *Sonchus oleraceus* L. en SMO.

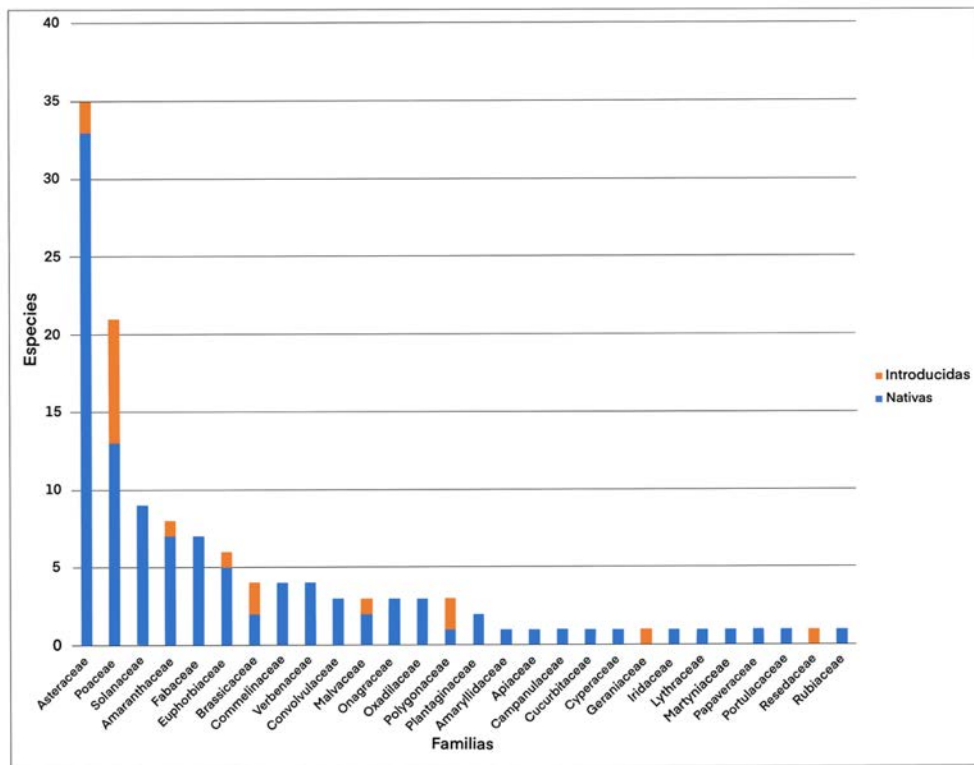


Figura 2 – Especies por familia y estatus migratorio

#### 4.6. Discusión

Las arvenses identificadas en el presente estudio ya estaban registradas para Aguascalientes (Villaseñor & Espinosa-García 2004, Villaseñor 2016, Siqueiros *et al.* 2017, Sánchez-Ken 2018, Siqueiros *et al.* 2020) y representan el 8.2 % de las 1,560 especies vegetales del estado entre gramíneas (Poaceae) (Sánchez-Ken 2018) y dicotiledóneas (Siqueiros *et al.* 2020). La presente investigación complementa el listado realizado por de la Cerda-Lemus (2002) quien identificó 38 especies de malezas en cultivos de maíz de temporal, de las cuales el 79 % (30) coinciden con lo reportado aquí, a excepción de *Echeandia scabrella* (Benth.) Garcke (Asparagaceae), *Eruca sativa* Mill. (Brassicaceae), *Euphorbia nutans* Lag. (Euphorbiaceae), *Peteria glandulosa* (Gray) Rydb. (Fabaceae), *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze (Asteraceae), *Setaria macrostachya* Kunth (Poaceae) y *Urochloa plantaginea* (Link) R. D. Webster (Poaceae), sumando el registro de 98 especies más. De los 48 sitios muestreados, diez presentaron 20 especies o más, coincidiendo con lo mencionado por Toledo & Barrera-Bassols (2019), quienes reportaron que un cultivo de maíz tradicional puede albergar entre 20 y 30 especies de arvenses.

De las cuatro familias con mayor riqueza de especies en la flora de Aguascalientes (en orden decreciente): Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Solanaceae (Sierra-Muñoz *et al.* 2015), tres coinciden con las de mayor riqueza de especies arvenses reportadas en las tres provincias biogeográficas analizadas. De la Cerda (2002) en el estudio de malezas en maíz de temporal en el estado de Aguascalientes, reportó que Asteraceae y Poaceae son las familias mejor representadas, coincidiendo con lo reportado por Vyera-Odilon & Vibrans (2001) en el Valle de Toluca, Estado de México y en Coxcatlán, Puebla (Albino-García *et al.* 2011) para el mismo cultivo.

La diversidad promedio reportada en SMO ( $H' = 1.898$ ), CP ( $H' = 1.548$ ) y AS ( $H' = 1.601$ ) fue menor a lo reportado por Rivera-Ramírez *et al.* (2021) en Cuajimalpa, Ciudad de México ( $H' = 2.006$ ) y en Nanacamilpa, Tlaxcala (González-Amaro 2008) ( $H' = 2.357$ ), pero mayor al reportado en Coxcatlán, Puebla por Albino-García *et al.* (2011) ( $H' = 1.494$ ). En cuanto al índice de diversidad ( $D_{Si}$ ), sólo SMO presentó un promedio mayor al reportado por Rivera-Ramírez *et al.* (2021) ( $D_{Si} = 0.778$ ).

Las diferencias estadísticas en la diversidad ( $H'$ ) y ( $D_{Si}$ ) entre las tres provincias biogeográficas se explica por los parámetros base para la medición de cada índice; ( $H'$ ) se basa en la riqueza de especies y su abundancia relativa (Pla 2006); este último es preponderante para determinar las diferencias entre SMO y AS y entre SMO y CP. En el caso de ( $D_{Si}$ ) la dominancia de las especies y la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar sea la misma (Moreno 2001) permite ver un comportamiento claramente diferenciado entre SMO y CP.

El cultivo del maíz se considera un sistema complejo (Reyes-Jaramillo 2016) donde las variables climáticas y socio ecológicas juegan un papel preponderante en la creación de ambientes que propician su presencia y desarrollo (Sánchez & Sarandón 2014). Así, en el caso de la CP, aún cuando presenta climas cálidos subhúmedos y vegetación constituida por selva sub-tropical caducifolia con alta diversidad biológica (Espinoza *et al.* 2008), no presentó la mayor riqueza de arvenses posiblemente a causa de los siguientes factores: por un lado, el almacenaje de agua, los campesinos no cuentan con una estrategia de almacenaje en bordos como en SMO y AS ocasionando una dependencia de la precipitación pluvial. En caso de periodos largos de estiaje se presentarían daños en el cultivo y por consecuencia la limitación de crecimiento de arvenses (Albino-García *et al.* 2011). Otro aspecto es el uso de herbicidas cuya aplicación afecta negativamente la riqueza y diversidad de arvenses (Chikoye *et al.* 2004, Yin *et al.* 2006, Grundy *et al.* 2011, Vigouroux *et al.* 2011). En este sentido hubo mayor porcentaje de aplicación (50 %) en 2020, año que registró menor promedio de riqueza y diversidad. Es importante destacar que en general la aplicación de herbicida en las tres provincias es más baja que en otras zonas del país (Mascorro-de Loera *et al.* 2019), principalmente por el destino de la producción que es el forraje, de forma que al no aplicar herbicida mantienen indirectamente la riqueza de arvenses (Casas *et al.* 2007, Rivera-Ramírez 2008, Vibrans 2016).

Un factor que posiblemente favoreció en SMO y CP la mayor riqueza de arvenses fue el uso de la yunta; mecanismo que, por su peso ligero evita la compactación severa del suelo agrícola y por ende permite el crecimiento. En San Juan Ixtenco, Tlaxcala, Sánchez-Sánchez (2015) reportó que en cultivos de maíz donde se utilizó yunta hubo mayor presencia de arvenses nativas, fenómeno similar a lo encontrado en la presente investigación.

La diferencia de precipitación pluvial registrada en 2020-2021 fue marcada; 2021 fue un año que registró 26 % más precipitación en comparación con 2020 (SMN 2023) ocasionando que los campesinos no pudieran realizar las labores agrícolas para el control del crecimiento de las arvenses, generando condiciones que probablemente permitieron la presencia de especies no reportadas para 2020. Un ejemplo de este fenómeno fue *Lopezia racemosa* Cav. en SMO, *Urochloa panicoides* P. Beauv. en AS y *Bidens bigelovii* A. Gray en CP, así como el aumento en la riqueza promedio en las tres comunidades y comportamiento diferenciado en los índices de diversidad en ambos años.

Las 109 especies de arvenses nativas encontradas en esta investigación en el estado de Aguascalientes corresponden al 4.96 % de las 2,197 reportadas a nivel nacional por Espinosa-García *et al.* (2004a). Las 21 especies introducidas corresponden al 3 % del total nacional reportadas por Espinosa-García & Villaseñor (2017) y a nivel local, el porcentaje registrado (16.5 %) es similar a lo presentado por Vibrans (1998) para los altos Valles de Puebla y Tlaxcala (17 %) y a lo encontrado en las cercanías del lago de Cuitzeo, Michoacán (17.3 %) (Sánchez-Blanco & Guevara-Féfer, 2013). Ello indica la mejor adaptación de las nativas a los cultivos tradicionales (Espinosa-García *et al.* 2004b) y, por lo tanto, tienen ventaja aparente sobre las introducidas. En AS se observó el mayor porcentaje de especies introducidas (21 %) y en SMO un porcentaje menor (14.5 %) a los estudios antes mencionados, posiblemente por la introducción de gramíneas exóticas sembradas de forma intencional para mejorar la producción forrajera.

Desde el punto de vista agronómico, ocho especies están reportadas a nivel mundial como parte de las 16 altamente dañinas para los cultivos debido a las pérdidas económicas que causan: *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus spinosus* L., *Avena fatua*, *Chenopodium album*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus esculentus*, *Portulaca oleracea* L. y *Sorghum halepense* (Blanco-Valdes & Leyva 2007). Con excepción de *C. dactylon*, el resto cuenta con pruebas de resistencia a herbicidas en distintas partes del mundo (Heap 2023). Es importante mencionar que, desde la perspectiva agroecológica, especies como *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea*, se consideran competencia para el maíz (Albino-García *et al.* 2011); sin embargo, tienen un aprovechamiento alimenticio por parte de las familias de los campesinos formando parte esencial

de la gastronomía local (Altieri & Trujillo 1987, Vázquez-García *et al.* 2004, Casas *et al.* 2016, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, Rivera-Ramírez *et al.* 2021).

Existe composición florística diferenciada por provincia biogeográfica ( $I_j < 50\%$ ) posiblemente por los patrones geográficos y climáticos (Espinosa *et a.* 2008) y por la decisión del control y manejo por parte de los campesinos. Por ejemplo, el uso de maquinaria agrícola como tractor o yunta y la aplicación de herbicidas.

La presencia de especies introducidas en menor proporción que las nativas, se debe a la mejor adaptación a las condiciones del cultivo (Molina-Freaner *et al.* 2008, Vibrans 2016). Este estudio contribuye al conocimiento de la riqueza y diversidad de arvenses en cultivos de maíz de temporal del estado de Aguascalientes; sin embargo, son necesarias futuras investigaciones para determinar cómo los factores tanto climáticos como sociales influyen en la riqueza y diversidad de arvenses en el cultivo de maíz de temporal.

#### 4.7. Literatura citada

- Albino-García, C., Cervantes, H., López, M., Ríos-Casanova, L., Lira, R. (2011). Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: El caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1005-1019. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.719>
- Altieri, M.A. (1988). The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. *En: Altieri, MA, Liebman M, eds. Weed management in agroecosystems: Ecological approaches.* CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 2-6. ISBN: 978-084-9368-165
- Altieri, M.A., Funes-Monzote, F.R., Petersen, P. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>
- Altieri, M.A., Trujillo, J. (1987). The agroecology of corn production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology*, 15, 189-220. <https://doi.org/10.1007/BF00888380>
- Ayala-Enríquez, M.I., Román-Montes de Oca, E., García-Lara, F. (2019). Caracterización del sistema milpa en Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 5, 11-23. <https://doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051003>



- Balcázar-Quiñones, A., White-Olascoaga, L., Chávez-Mejía, C., Zepeda-Gómez, C. (2020). Los quelites: Riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotánica*, 49, 219-242. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>
- Barba-Ávila, M., Hernández-Duque, M.C., de la Cerda-Lemus, M.E. (2003). *Plantas útiles de la región semiárida de Aguascalientes*. Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-507-361-9
- Blanckaert, I., Vancraeynest, K., Swennen, R.L., Espinosa-García, F.J., Piñero, D., Lira-Saade, R. (2007). Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semi-arid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 39-48. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.015>
- Blanco-Valdes, Y. (2016). The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. *Cultivos Tropicales*, 37, 34-56. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Blanco-Valdes, Y., Leyva, Á. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales*, 28, 21-28. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731003> (consultado diciembre 10 2022).
- Bye, R. (1981). Quelites: ethnoecology of edible greens, past, present and future. *Journal of Ethnobiology* 1, 109-123.
- Caballero, J., Mapes, C. (1985). Gathering and subsistence patterns among the P'urhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 5, 31-47.
- Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. DF, México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7607-36-6
- Cano-Contreras, E. J., Medinaceli, A., Sanabria-Diago, O. L., Argueta-Villamar, A. (2016). Código de Ética para la investigación, la investigación-acción y la colaboración etnocientífica en América Latina. *Etnobiología*, 14 supp 1, 3-32.
- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E., Valiente-Banuet, A. (2007). In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*, 100, 1101-1115. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. I., Rangel-Landa, S., Blancas, J.,

Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farán-Heredia, B., Arellanes, Y., Campos, N. (2016). Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. *En: Lira R, Casas A, Blancas J, eds. Ethnobotany of Mexico*. New York: USA, Springer, pp. 179-206. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_8)

Castillo-Nonato, J., Chávez-Mejía, C. (2013). Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10, 23-38.

CBD [Convention on Biological Diversity] (2010). *What are invasive alien species?*. Disponible en: <https://www.cbd.int/invasive/WhatAreIAS.shtml> (consultado 10 marzo 2023)

Cerros-Tlatilpa, R., Siqueiros-Delgado, M. E., Skendzic, E. M. (2015). El género *Chloris* Sw. (Poaceae Chloridoideae) en México. *Acta Botanica Mexicana*, 112, 95-147. <https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1091>

Chikoye, D., Schulz, S., Ekeleme, F. (2004). Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Protection*, 23, 895-900. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.01.013>

CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. (2023). Especies exóticas invasoras. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/rutasInt> (consultado 1 marzo 2023)

Daget, Ph., Godron, M. (1982). *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Masson, Paris: Dunod. ISBN 978-2-225-78090-5

de la Cerda-Lemus, M. (2002). *Malezas de Aguascalientes*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

de la Cerda-Lemus, M. (2010). *Familia Euphorbiaceae en el Estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-754

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., Varela-Ruíz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 7 162-167.

Espinosa D, Ocegueda S, Aguilar C, Flores O, Llorente-Bousquets J, Vázquez B. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *En: Challenger*

- A, González F, Morrone JJ, eds. *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. DF, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 33-65. ISBN: 978-607-7607-03-8
- Espinosa-García, F. J., Villaseñor, J. L. (2017). Biodiversity, distribution, ecology and management of non-native weeds in Mexico: a review. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 76-96. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>
- Espinosa-García, F. J., Villaseñor, J. L., Vibrans, H. (2004a). Geographical patterns in native and exotic weeds of Mexico. *Weed Technology*, 18, 1552-1558. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2004\)018\[1552:GPINAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2004)018[1552:GPINAE]2.0.CO;2)
- Espinosa-García, F. J., Villaseñor, J. L., Vibrans, H. (2004b). The rich generally get richer, but there are exceptions: Correlations between species richness of native plant species and alien weeds in Mexico. *Diversity and Distributions*, 10, 399-407. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00099.x>
- Fox, J., Weisberg, S. (2019). *An R companion to applied regression*. California, USA: Sage Publishing. ISBN: 978-154-4336-47-3
- Gaba, S., Reboud, X., Fried, G. (2016). Agroecology and conservation of weed diversity in agricultural lands. *Botany Letters*, 163, 351-354. <https://doi.org/10.1080/23818107.2016.1236290>
- Gallandt, E.R., Weiner, J. (2015). Crop-weed competition. Ltd, *En*: John Wiley & Sons, eds. *ELS ltd*. pp: 1-9. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020477.pub2>
- García-Hilario, F., Cruz-Morales, J., Castro-Ramírez, A. E., Hamilton, T. T., Pacheco-Flores, C. (2017). Crisis del sistema milpero: la erosión biológica y cultural en San Juan de Las Nieves, Malinaltepec, Guerrero, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 57, 23-33. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2016.57.003>
- García-Regalado, G. (2005). *Asteraceae: las Compuestas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 970-728-009-3
- García-Regalado, G. (2007). *Plantas medicinales de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8359-83-7
- González-Amaro, R. M. (2008). *Productividad y valor económico potencial de arvenses en cultivos de maíz de Nanacamilpa, Tlaxcala*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

Grundy, A. C., Mead, A., Bond, W., Clark, G., Burston, S. (2011). The impact of herbicide management on long-term changes in the diversity and species composition of weed populations. *Weed Research*, 51, 187-200. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00831.x>

Heap I. 2023. *International Herbicide-Resistant Weed Database*. <https://www.weedscience.org/Pages/aboutus.aspx> (consultado 17 febrero 2023).

INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía], 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017*. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 2 enero 2022)

INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía], 2020. *Censo de población y vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=01#collapse-Resumen> (consultado 11 junio 2023)

IPNI [International Plant Names Index]. 2023. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. <http://www.ipni.org> (consultado 23 enero 2023)

Jaccard P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelle* **44**: 223-270. <https://doi.org/10.5169/seals-268384>

JSTOR. 2018. JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/> (consultado 5 octubre 2022)

Lara E, Caso L, Aliphath M. 2012. El sistema milpa roza, tumpa y quema de los Mayas Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximnhai* **8**: 71-92.

Mshavakure N, Mashingaidze AB, Musundire R, Gandiwa E, Thierfelder C, Muposhi VK. 2019. Beetle and maize yield response to plant residue application and manual weeding under two tillage systems in northern Zimbabwe. *Applied Soil Ecology* **144**: 139-146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.07.016>

Mascorro-de Loera RD, Ferguson BG, Perales-Rivera HR, Charbonnier F. 2019. Herbicidas en la milpa: estrategias de aplicación y su impacto sobre el consumo de arvenses. *Ecosistemas y Recursos Naturales* **6**: 477-486. DOI: <https://doi.org/0.19136/era.a6n18.2076>

Menendez-Baceta G, Aceituno-Mata L, Reyes-García V, Tardío J, Salpeteur M, Pardo-de Santayana M. 2015. The importance of cultural factors in the distribution of medicinal

- plant knowledge: A case study in four Basque regions. *Journal of Ethnopharmacology* **161**: 116-127. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.12.007>
- Mera LM, Alvarado R, Basurto F, Bye R, Castro D, Evangelista V, Mapes C, Martínez MA, Molina N, Saldivar J. 2005. De quelites me como un taco. *Ciencias* **77**: 36-38
- Molina-Freaner F, Espinosa-García F, Sarukhán-Kermez J. 2008. Dinámica poblacional de malezas en un campo de maíz de temporal del Valle de México. *Agrociencia* **42**: 655-667
- Monroy-Sais AS, Astier M, Wies G, Pavesi R, Mascorro-de Loera RD, García-Barrios L. 2022. Exploring the complexity of smallholders' intense use of glyphosate in maize crops from South Mexico: Remarks of an ongoing agroecological transition. *Frontiers in Sustainable Food Systems* **6**. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsusfs.2022.908779>
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol 1, Zaragoza, España. 84 pp. ISBN: 84-922495-2-8
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. United States of America: John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-62290-7
- Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Michin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., de Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H. B., Fitz-John, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M. O., Lathi, L., McGlinn, D., Ouellete, M. H., Ribeiro, E., Smith, T., Stier, A., Ter, C. J., Weedon, J. (2022). *Package "vegan"*. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (consultado 1 octubre 2022).
- Paredes-Flores, M., Lira-Saade, R., Dávila-Aranda, P. D. (2007). Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botanica Mexicana*, **79**, 13-61. <https://doi.org/10.21829/abm79.2007.1037>
- Petit, S., Yvoz, S., Ploteau, A., Zuccolo, C., Cordeau, S. (2022). Advances in understanding the contribution of weeds to the functioning of agroecosystems. *En*: Kudsk P, eds. *Advances in integrated weed management*. London, UK: Burleigh Dodds Science Publishing. ISBN: 9781003180746
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, **31**, 583-590.
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation*

for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/> (consultado 12 enero 2022).

Ramírez-Salinas, C., Castro-Ramírez, A. E. (2011). "Los montes", conocimiento tradicional campesino sobre las arvenses de la milpa en Teopisca y Amatenango del Valle, Chiapas. En: Ávila Romero LE, eds. *Desarrollo sustentable, interculturalidad y vinculación comunitaria*. San Cristobal de las Casas, Chiapas: Universidad Intercultural de Chiapas. ISBN: 978-607-9147-05-1

Reyes-Jaramillo, I. (2016). Propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa usando labranza mínima en la sierra de Oaxaca, donde crecía bosque mesófilo de montaña. *Polibotánica*, 41, 133-151. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.41.9>

Rivera-Ramírez, R. (2008). *Agroecosistemas y estrategias de producción en el Municipio el Llano, Aguascalientes*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Aguascalientes

Rivera-Ramírez, I., Ríos-De La Cruz, A., Bravo-Avilez, D., Bernal-Ramírez, L. A., Velázquez-Cárdenas, Y., De Santiago-Gómez, J. R., Lozada-Pérez, L., Rendón-Aguilar, B. (2021). Riqueza, abundancia y composición de arvenses en parcelas sujetas a diferentes prácticas agrícolas en la Alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México. *Revista Etnobiología*, 19, 129-155.

Sánchez-Blanco, J., Guevara-Féfer, F. (2013). Plantas arvenses asociadas a cultivos de maíz de temporal en suelos salinos de la rivera del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana*, 105, 107-129. <https://doi.org/10.21829/abm105.2013.227>

Sánchez, G. E., Sarandón, S. J. (2014). Principios de manejo agroecológico de malezas. En: Sarandón, S. J., Flores, C. C., eds. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 978-950-34-1107-0

Sánchez-Ken, J. (2018). Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1379. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>

Sánchez-Sánchez, D. (2015). Evaluación de los sistemas productivos de maíz en San Juan Ixtenco, Tlaxcala. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

Sandoval-Ortega, M. H., Siqueiros-Delgado, M. E. (2019). Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Tecnociencia Chihuahua*, 13,

40-49.

SIAP [Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera]. (2022). *Estadística de la Producción Agrícola de 2020*. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> (consultado 22 abril 2022)

Sierra-Muñoz, J. C., Siqueiros-Delgado, M. E., Flores-Ancira, E., Moreno-Rico, O., Arredondo-Figueroa, J. L. (2015). Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 93, 97-117. <https://doi.org/10.17129/botsci.63>

Siqueiros-Delgado, M. E. (1996). *Leguminosas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-625-909-0

Siqueiros-Delgado, M. E., García-Regalado, G., Macías-Flores, C., Rosales-Carrillo, O. (2011). *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-95-2

Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Ávalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., Sierra-Muñoz, J. C., García-Regalado, G. (2017). *Vegetación del estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8523-15-3

Siqueiros-Delgado, M. E., Murillo-Pérez, G., Sierra-Muñoz, J. C., Martínez-Ramírez, J. (eds.) *Flora Dicotiledónea de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8782-12-3>. ISBN: 978-607-8782-12-3

SMN [Servicio Meteorológico Nacional]. (2023). Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (consultado 7 septiembre 2023)

Sonnenfeld, D. (1992). Mexico's 'Green Revolution', 1940-1980: Towards an Environmental History. *Environmental History Review*, 16, 28-52.

Sosa-Ramírez, J., Díaz-Nuñez, V., Ponce-Montoya, A. (2015). Diversidad y productividad del estrato herbáceo en una sabana de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Áreas Naturales protegidas Scripta*, 2, 51-66. <https://doi.org/10.18242/ANPScripta.2015.01.01.02.0003>

Thiers, B. (2019). Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en:

<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado 2 octubre 2022).

Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N. (2019). La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. *En: Camejo-Pereira MV, Dal Soglio FK, eds. A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade*. Rio Grande Do Sul, Brazil: Universidade Federal do Río Grande do Sul (UFRGS). ISBN: 978-65-5725-007-5

TROPICOS. (2018). Tropicos.org, Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/> (consultado 7 octubre 2022)

Vázquez-García, V., Godínez-Guevara, L., Montes-Estrada, M., Ortíz-Gómez, A. S. (2004). Los quelites de Ixhuapan, Veracruz: disponibilidad, abastecimiento y consumo. *Agrociencia*, 38, 445-455.

Vibrans, H. (1998). Native maize field weed communities in south-central Mexico. *Weed Research*, 38, 153-166. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1998.00082.x>

Vibrans, H. (2012). *Malezas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> (consultado 2 febrero 2022).

Vibrans, H. (2016). Ethnobotany of Mexican Weeds. *En: Lira R, Casas A, Blancas J, eds, Ethnobotany of Mexico*. New York, USA: Springer, pp. 287–319. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_12)

Vigouroux, Y., Barnaud, A., Scarcelli, N., Thuillet, A. C. (2011). Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops. *Comptes Rendus Biologies*, 334, 450-457. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.03.003>

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Villaseñor, J. L., Espinosa-García, J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions*, 10, 81-158. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>

Vyera-Odilon, L., Vibrans, H. (2001). Weed as crops: the value of maize field weeds in the Valley of Toluca, México. *Economic Botany*, 55, 426-443.

Yin, L., Cai, Z., Zhong, W. (2006). Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization. *Crop Protection*, 25, 910-914. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.11.013>



## 5. Capítulo 3 - Conocimiento y uso de arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal en Aguascalientes, México

### 5.1. Introducción

La etnobotánica analiza la relación entre las plantas y los seres humanos (Vibrans 2016), es el resultado del manejo y la interacción (Casas *et al.* 2007), así como de las creencias y prácticas transmitidas oral, visual y vivencialmente (Pilgrim *et al.* 2007). México, con su gran diversidad biológica y cultural, posee un amplio conocimiento etnobotánico (Vibrans 2016, Caballero *et al.* 2023), reflejado en el uso de 7,823 especies con fines medicinales, alimenticios y forrajero (Caballero *et al.* 2023). Las arvenses son plantas que crecen, se reproducen y dispersan en hábitats creados por el ser humano, como campos agrícolas y orillas de caminos, constituyen un ejemplo claro de cómo la etnobotánica ha sistematizado su uso y conocimiento (Vibrans 2016).

En la agricultura, las arvenses suelen considerarse competidoras directas de los cultivos (Gallandt & Weiner 2015); sin embargo, juegan un papel crucial en los agroecosistemas (Sánchez & Sarandón 2014, Esposito *et al.* 2023), así como en la cultura y alimentación de las zonas rurales (Casas *et al.* 2022). En el cultivo del maíz, desarrollado desde tiempos prehispánicos y tradicionalmente sembrado como policultivo con calabaza (*Cucurbita* spp.) y frijol (*Phaseolus* spp.) en la milpa (Mera *et al.* 2005, González-Amaro *et al.* 2009) se pueden encontrar entre 20 y 30 especies, incluidas las arvenses (Toledo & Barrera-Bassols 2019), algunas de las cuales se utilizan para alimentación, forraje, medicina tradicional y combustible (Bye 1981, Caballero & Mapes 1985, Blanckaert *et al.* 2007, González-Amaro *et al.* 2009, Ayala-Enríquez *et al.* 2019, Rivera-Ramírez *et al.* 2021).

El conocimiento y uso de las arvenses es el resultado de un proceso transgeneracional (Pilgrim *et al.* 2007), influenciado por género, edad, nivel de educación y lenguaje (Pascual-Mendoza *et al.* 2021). En México, investigaciones han reportado la influencia de la edad y escolaridad en el conocimiento de plantas con diversos usos (González-Amaro 2008, Beltrán-Rodríguez *et al.* 2014, Pérez-Nicolás *et al.* 2017), factores fundamentales para la transmisión a generaciones futuras.

En el estado de Aguascalientes, aproximadamente el 75 % de la superficie de cultivos de temporal se destina al maíz forrajero (SIAP 2023). No obstante, solo dos estudios han referido la riqueza de arvenses en estos cultivos (de la Cerda-Lemus 2002, Mascorro de-Loera *et al.* 2023). De forma indirecta, se ha registrado el uso de las plantas, algunas consideradas arvenses (de la Cerda-Lemus 2002, Barba-Ávila *et al.* 2003, García-Regalado 2015, Sosa-Ramírez *et al.* 2015, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, Mares-Guerrero & Ocampo 2020, Sandoval-Ortega *et al.* 2023). Actualmente, Aguascalientes no cuenta con un estudio etnobotánico que analice la relación de la edad y escolaridad en el conocimiento y uso de las arvenses por lo que se planteó como hipótesis que estos factores influyen en dicho conocimiento y uso de las arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal. Los objetivos del estudio son: i) identificar las arvenses presentes en los cultivos de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes y sus usos; ii) analizar la relación que existe entre la edad y escolaridad en el conocimiento y uso de las arvenses.

## **5.2. Materiales y métodos**

### **5.2.1. Área de estudio**

El estado de Aguascalientes se ubica en la zona centro norte del país (21° 37' 20" y 22° 27' 35" N, 101° 50' 07" y 102° 52' 27" O) con una extensión de 5,616 km<sup>2</sup> representando aproximadamente el 0.3 % del territorio nacional. Colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco (INEGI 2017).

Con base en los proyectos de investigación de biodiversidad de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la vinculación con las autoridades ejidales, se eligieron tres localidades

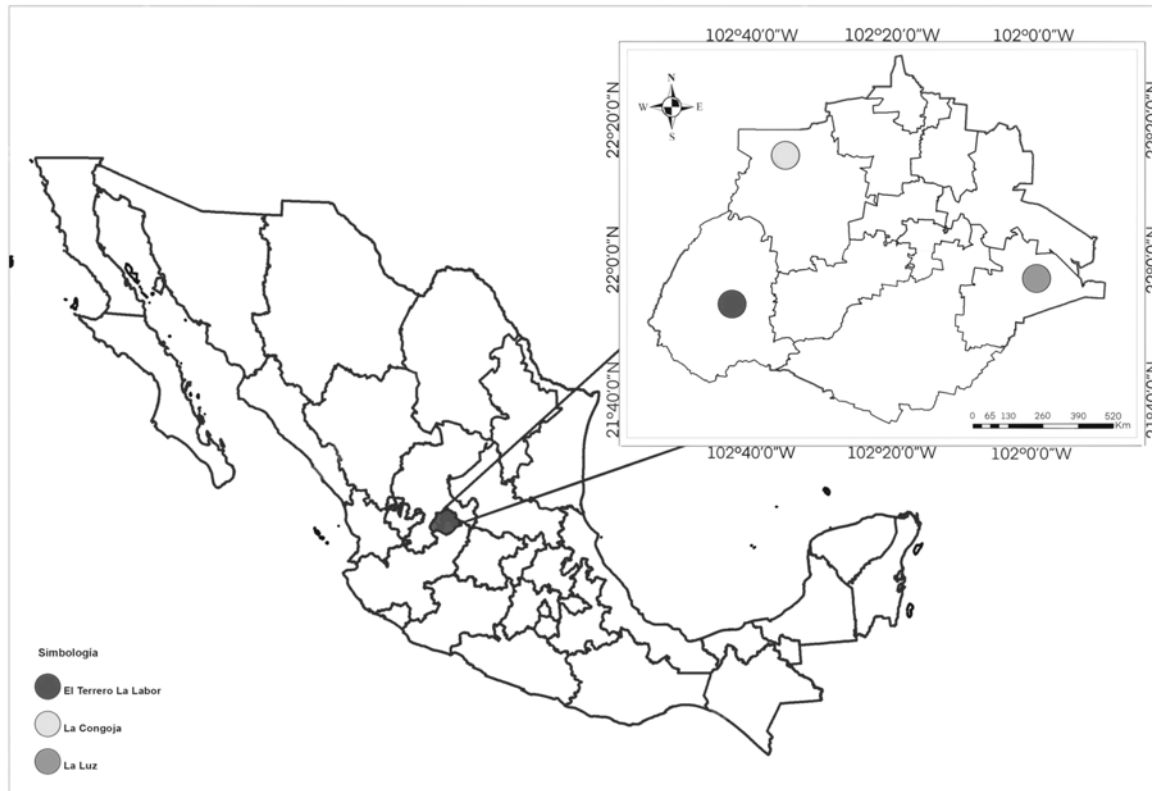
para la recopilación de información: “La Congoja” en el municipio de San José de Gracia (22° 09' 57" N, 102° 33' 26" O, 2,512 m snm); presenta clima tipo C(w) – templado subhúmedo con lluvias en verano; “La Luz” en el municipio de El Llano (21° 59' 56" N, 101° 59' 45" O, 2,030 m snm); cuenta con clima BS1k – semiseco templado con lluvias en verano y “Terrero la Labor” en el municipio de Calvillo (22° 1' 28" N, 102° 40' 18" O, 1,840 m snm) con clima BS1h – semiseco semicálido con lluvias en verano (INEGI 2017) (Figura 3).

### 5.2.2. Recorridos etnobotánicos y colecta de ejemplares

Se realizaron recorridos etnobotánicos (Hernández-Xolocotzi 1985) y observación participante (Sandoval-Ortega *et al.* 2023) en 30 sitios distintos sembrados con maíz de temporal durante el ciclo agrícola 2020, 10 por cada localidad y elegidos de manera dirigida (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía 2013) con previa autorización, solicitando el acompañamiento por los propietarios del sitio y fungiendo como informantes registrando nombre común, manejo y uso de las arvenses. Previo al recorrido, se registraron datos generales sobre género, edad y escolaridad. Se colectaron y herborizaron los ejemplares de arvenses para su posterior identificación en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA) (Thiers 2019) con base en literatura especializada (Siqueiros-Delgado 1996, García-Regalado 2005, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005, de la Cerda-Lemus 2010, Siqueiros-Delgado *et al.* 2011, 2022; Cerros-Tlatilpa *et al.* 2015). Los nombres científicos se basaron en Villaseñor & Espinosa-García (2004), Villaseñor (2016), la colección digital del Missouri Botanical Garden (MO) (TROPICOS 2018), la plataforma International Plant Names Index (IPNI 2023) y Global Plants (JSTOR 2018).

### 5.2.3. Análisis estadístico

Con el uso del software R (R Core Team 2022, versión 2.14) se realizaron análisis de correlación de Pearson (Heindorf *et al.* 2019) y Spearman (Camou-Guerrero *et al.* 2008, Albino-García *et al.* 2011) entre la edad y la escolaridad asociado al número de arvenses reconocidas por los informantes. En el caso de la edad ( $I_g$ ) y escolaridad ( $I_{eg}$ ), se realizaron los análisis de correlación con la totalidad de los datos y por intervalos; para la edad tres intervalos ( $I_1 = 35 - 46$  años;  $I_2 = 47 - 65$  e  $I_3 > 65$  años) y para escolaridad dos ( $I_{e1} = 0 - 6$  años e  $I_{e2} > 6$  años) con la finalidad de identificar si existe algún segmento donde se presente correlación significativa entre el conocimiento de las arvenses y la edad o escolaridad.



**Figura 3-** Ubicación del estado de Aguascalientes, México y localidades analizadas

### 5.3. RESULTADOS

#### 5.3.1. Riqueza de especies

De los 30 informantes, 28 fueron hombres y 2 mujeres. La edad y escolaridad promedio fueron  $56 (\pm 16.5)$  y  $6.7 (\pm 2.9)$  años respectivamente. Se identificaron 21 familias de plantas arvenses, 63 géneros y 78 especies donde 85.9 % son nativas y el 14.1 % introducidas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Tres familias concentraron el 53.8 % de la riqueza de arvenses: Asteraceae, Poaceae y Solanaceae con 30.7 %, 14.1 % y 9 % respectivamente.

#### 5.3.2. Uso y conocimiento de las arvenses

Los informantes reconocieron entre siete y 28 especies con promedio de  $13.4 (\pm 4.7)$  clasificándolas en seis categorías: forrajero, medicinal, alimenticio, ornamental, plaga y sin uso. El uso principal es forraje con 50 especies (64.1 %) seguido por el medicinal con 12 (15.3 %),

alimenticio 11 (14.1 %), plaga 5, (6.4 %) y 16 especies (20.5 %) fueron reconocidas, pero sin uso reportado (Tabla 5); sin embargo, son toleradas dentro del cultivo. La única especie ornamental fue *Cosmos bipinnatus* Cav. Además, 18 especies (23 %) se utilizan con más de un fin (Figura 4). Por otra parte, no se encontró correlación significativa en general ni por intervalo de edad;  $I_g$  ( $r = - 0.006, P > 0.05$ );  $I_1$  ( $r = - 0.24, P > 0.05$ );  $I_2$  ( $r = 0.08, P > 0.05$ );  $I_3$  ( $r = 0.13, P > 0.05$ ) ni escolaridad con el número de arvenses reconocidas  $I_{eg}$  ( $r = 0.16, P > 0.05$ );  $I_{e1}$  ( $r = - 0.03, P > 0.05$ ) e  $I_{e2}$  ( $r = 0.16, P > 0.05$ ).

**Tabla 5** - Categorías de uso de arvenses.

<b>Categoría</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Porcentaje (%)<sup>a</sup></b>
Forrajero	50	64.1
Sin uso	16	20.5
Medicinal	12	15.3
Alimenticio	11	14.1
Plaga	5	6.41
Ornato	1	1.3

<sup>a</sup> – El porcentaje no suma 100 % debido a que una misma especie puede contar con más de un uso.

En general las arvenses son toleradas dentro del cultivo de maíz debido a su valor como forraje, lo cual es crucial por el soporte económico que brindan a las familias campesinas, ya sea por venta directa o para alimentación de ganado propio. El uso de herbicidas está restringido, salvo en casos de crecimiento descontrolado de especies consideradas plaga. Se registraron 10 especies introducidas utilizadas principalmente como forraje, incluyendo la avena mostrenca (*Avena fatua* L.), el zacate gringo (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), el zacate colorado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka) y el sorgo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Durante los recorridos se observaron tres formas de aprovechamiento de las arvenses como forraje en conjunto con el maíz; la primera es “dejarla en pie” es decir que no se corta el forraje y el ganado entra a consumir directamente en el terreno; la segunda es la molienda y almacenamiento en silos y por último aglomeradas en pacas para su venta y transporte.



**Figura 4** - Fotografías tomadas durante los recorridos etnobotánicos en cultivos de maíz de temporal. A) *Cosmos bipinnatus* Cav.. B) Cultivo de maíz en la localidad de La Luz. C) Recorrido etnobotánico en Terrero la Labor. D) Cultivo de maíz en Terrero la Labor. E) Flor de *Argemone ochroleuca* Sweet. F) Cultivo de maíz en La Congoja.

El uso con fines medicinales se destina únicamente a satisfacer las necesidades familiares o por encargo de personas cercanas, no para la venta. Los principales problemas de salud mencionados fueron estomacales, respiratorios, cicatrizantes y diabetes, con especies específicas utilizadas para cada afección, como el istafiate (*Artemisia ludoviciana* Nutt.) para problemas estomacales,

el gordolobo (*Pseudognaphalium canescens* (DC.) Anderb.) y la mancamula (*Solanum rostratum* Dunal) para problemas respiratorios, árnica amarilla (*Grindelia oxylepis* Greene) para cicatrizantes y la hierba del sapo (*Eryngium heterophyllum* Engelm.) para problemas asociados a diabetes.

El consumo de arvenses, en palabras de los informantes, ha disminuido drásticamente en los últimos años debido a la preferencia hacia alimentos procesados y sólo se consumen por antojo. Los “quelites” (*Amaranthus* spp.) y la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) que son las arvenses comestibles más comunes; se hierven para acompañar con frijoles o bien, las verdolagas con carne de res o puerco. Los “tomatillos de milpa” (*Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry, *Physalis angulata* L. y *Physalis cinerascens* (Dunal) Hitch. son un recurso de fácil acceso para la colecta de los frutos y la elaboración de salsas. Especies como la jicamilla (*Macroptilium gibbosifolium* (Ortega) A. Delgado) cuyo tubérculo es comestible, es una alternativa para los campesinos para su consumo cuando las labores agrícolas se realizan en condiciones de altas temperaturas.

Especies como *Cenchrus echinatus* L., *Cyperus esculentus* L., *Sicyos microphyllus* Kunth, *Xanthium strumarium* L y *Solanum rostratum* Dunal son consideradas plaga y altamente invasivas. Su control se realiza mediante medios mecánicos como el tractor y el azadón. En casos de crecimiento descontrolado se recurre al uso de herbicidas.

#### **5.4. Discusión**

Las especies identificadas en el presente estudio han sido previamente reportadas en el estado de Aguascalientes (Villaseñor & Espinosa-García 2004, Sierra-Muñoz *et al.* 2015, Villaseñor 2016, Siqueiros *et al.* 2017, Sánchez-Ken 2018, Siqueiros *et al.* 2022). Sin embargo, con base en la información disponible sobre sus usos (de la Cerda-Lemus 2002, Barba-Ávila *et al.* 2003, García-Regalado 2015, Sosa-Ramírez *et al.* 2015, Mares-Guerrero & Ocampo 2018, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, Mares-Guerrero & Ocampo 2020, Sandoval-Ortega *et al.* 2023), se encontraron 30 registros nuevos de arvenses con fines forrajeros, cinco especies consideradas plaga, cuatro comestibles y una ornamental. No se encontraron registros nuevos para el uso

medicinal (Apéndice 1). De las 128 especies reportadas por Mascorro-de Loera *et al.* (2023) para las mismas zonas de estudio, 61 % fueron reconocidas en alguna categoría.

El conocimiento y uso de las arvenses por los informantes fue heterogéneo y diferenciado, por lo que se rechazó la hipótesis planteada. No se encontró correlación significativa del conocimiento de las arvenses con la edad o escolaridad ( $P > 0.05$ ), lo cual coincide con lo reportado en Coxcatlán, Puebla por Albino-García *et al.* (2011) y en Huautla, Morelos por Beltrán *et al.* (2014). En este sentido, la edad y escolaridad no son determinantes en la adquisición del conocimiento tradicional de las arvenses. Existen múltiples factores que podrían influir, tales como estructuras ideológicas, significancia y sistemas de clasificación de las plantas, tipo de vegetación circundante, relevancia económica y social, técnicas y prácticas de producción (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2014), experiencia propia en el campo (Ayala-Enríquez *et al.* 2019) y manejo (Blanckaert *et al.* 2007, Caballero *et al.* 2023). Otro factor importante es el género (Camou-Guerrero *et al.* 2008, Pérez-Botho *et al.* 2015, Pérez-Nicolás *et al.* 2017, Lara-Reimers *et al.* 2018, Santos-Tanús *et al.* 2019) el cuál no pudo ser evaluado debido a la participación de sólo dos mujeres.

El destino de la producción de maíz de temporal determina el manejo de las arvenses, en este caso el forrajero, uso principal en las tres localidades (Mascorro-de Loera *et al.* 2023) y en todo el estado (SIAP 2023). Se promueve su tolerancia ya que forman parte importante del sistema de producción local, sirviendo como alimento en época de estiaje (Guillermo-Gómez 2013). La mayor cantidad de especies reconocidas con este fin puede deberse a factores como género (Pérez-Botho *et al.* 2015); la mayoría de los informantes fueron hombres y su labor principal es la siembra y el cuidado del ganado, además de la observación de hábitos alimenticios de los animales de cría para determinar su afinidad hacia alguna especie y dado el caso, promover su crecimiento, protección o control si resulta ser tóxica (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2014). En este sentido, González-Amaro *et al.* (2009) reportaron en el municipio de Nanacamilpa, Tlaxcala, que el uso de arvenses como forraje incluso puede tener mayor valor económico potencial que el maíz, influyendo en la tolerancia de estas en el cultivo, situación que posiblemente ocurra en las localidades analizadas. Estudios similares en otras zonas del país reportaron la importancia de las arvenses con fines forrajeros (Vyera-Odilon & Vibrans 2001, Blanckaert *et al.* 2007, Paredes-



Flores *et al.* 2007, González-Amaro *et al.* 2009, Albino-García *et al.* 2011, Guillermo-Gómez 2013, Ayala-Enríquez *et al.* 2019, Rivera-Ramírez *et al.* 2021).

Las plantas medicinales representan uno de los principales usos a nivel nacional (Caballero *et al.* 2023) siendo las mujeres las que cuentan con mayor conocimiento y experiencia en su uso (Camou-Guerrero *et al.* 2008, Pérez-Nicolás *et al.* 2017, Santos-Tanús *et al.* 2019). En la presente investigación, al contar con la participación de sólo dos mujeres, posiblemente haya un subregistro de las arvenses con fines medicinales; sin embargo las especies reportadas cuentan con descripción, forma de uso y padecimientos a tratar (García-Regalado 2015). Cabe destacar que las arvenses recolectadas con este fin son sólo para uso familiar y de amigos cercanos, sin interés en la venta.

El consumo de arvenses se ha realizado desde tiempos prehispánicos (Picó & Nuez 2000). En las localidades analizadas se registraron el 8.6 % de las 127 arvenses comestibles en el país (Linares & Bye 2015). Las arvenses comestibles registradas en este estudio coinciden en número con las reportadas en Toluca, Estado de México (Vyera-Odilon & Vibrans 2001) pero menor que en Nanacamilpa, Tlaxcala (González-Amaro *et al.* 2009) y Amatenango del Valle, Chiapas (Mascorro-de Loera *et al.* 2019). Las arvenses siguen formando parte de la alimentación local (Altieri 1988, Vázquez-García *et al.* 2004, Casas *et al.* 2016, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, Rivera-Ramírez *et al.* 2021); sin embargo, existe una tendencia a disminuir su consumo, posiblemente asociada a la introducción de alimentos procesados (Mera *et al.* 2005), factores relacionados con el estatus social (Bye 1981), el ahorro de tiempo al no recolectarlas (Vibrans 2016) o por decisión propia de no consumirlas (González-Amaro 2008).

A pesar de que no se encontró correlación entre la edad y la escolaridad con el uso de arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal, estos no son los únicos factores que influyen por lo que es necesario realizar futuras investigaciones etnobotánicas que complementen con otras variables socioeconómicas para entender el proceso de aprendizaje y transmisión del conocimiento tradicional de generación en generación.

Este estudio contribuye al registro de los usos de las arvenses en los cultivos de maíz de temporal tanto para el estado de Aguascalientes como a nivel nacional. El uso forrajero de las arvenses es el de mayor relevancia debido al aporte económico a las familias, seguido por el uso medicinal, que no genera lucro, y el alimenticio, el cual ha disminuido según los informantes. Es importante resaltar que el dejar de consumir arvenses supondría un desaprovechamiento de sus beneficios nutricionales (Mera *et al.* 2005) y podría llevar a un fenómeno de homogeneización alimentaria (Greenberg 2015).

### 5.5. Literatura citada

- Albino-García, C., Cervantes, H., López, M., Ríos-Casanova, L., Lira, R. (2011). Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: El caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1005-1019. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.719>
- Altieri, M.A. (1988). The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. *En: Altieri, MA, Liebman M, eds. Weed management in agroecosystems: Ecological approaches.* CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, pp. 2-6. ISBN: 978-084-9368-165
- Ayala-Enríquez, M.I., Román-Montes de Oca, E., García-Lara, F. (2019). Caracterización del sistema milpa en Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 5, 11-23. <https://doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051003>
- Barba-Ávila, M., Hernández-Duque, M.C., de la Cerda-Lemus, M.E. (2003). *Plantas útiles de la región semiárida de Aguascalientes.* Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-507-361-9
- Beltrán-Rodríguez, L., Mariano, N., Ortiz-Sánchez, A., Maldonado, B. (2014). Factors affecting ethnobotanical knowledge in a mestizo community of the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-14>
- Blanckaert, I., Vancraeynest, K., Swennen, R.L., Espinosa-García, F.J., Piñero, D., Lira-Saade, R. (2007). Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semi-arid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 39-48. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.015>
- Bye, R. (1981). Quelites: ethnoecology of edible greens, past, present and future. *Journal of*

*Ethnobiology* 1, 109-123.

- Caballero, J., Cortés, L., Mapes, C., Blancas, J., Rangel-Landa, S., Torres-García, I., Farfán-Heredia, B., Martínez-Ballesté, Casas, A. (2023). Ethnobotanical knowledge in Mexico: use, management, and other interactions between people and plants. *En: Casas & Blancas eds. Ethnobotany of the Mountain Regions of Mexico*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5>
- Caballero, J., Mapes, C. (1985). Gathering and subsistence patterns among the P'urhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 5, 31-47.
- Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. DF, México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7607-36-6
- Camou-Guerrero, A., Reyes-García, V., Martínez-Ramos, M., Casas, A. (2008). Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: A gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36, 259-272. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9152-3>
- Casas, A., Otero-Arnaiz, A., Pérez-Negrón, E., Valiente-Banuet, A. (2007). In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*, 100, 1101-1115. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>
- Casas, A., Farfán-Heredia, B., Camou-Guerrero, A., Torres-García, I., Blancas, J., Rangel-Landa, S. (2022). Wild, weedy and domesticated plants for food security and sovereignty. *En: Casas A, Blancas J, eds. Ethnobotany of the Mountain Regions of Mexico*. Cham, Springer, pp. 1-31. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5\\_3-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5_3-1)
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. I., Rangel-Landa, S., Blancas, J., Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Arellanes, Y., Campos, N. (2016). Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. *En: Lira R, Casas A, Blancas J, eds. Ethnobotany of Mexico*. New York: USA, Springer, pp. 179-206. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_8)
- Castillo-Nonato, J., Chávez-Mejía, C. (2013). Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10, 23-38.
- Cerros-Tlatilpa, R., Siqueiros-Delgado, M. E., Skendzic, E. M. (2015). El género *Chloris* Sw.

(Poaceae Chloridoideae) en México. *Acta Botanica Mexicana*, 112, 95-147.  
<https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1091>

de la Cerda-Lemus, M. (2002). *Malezas de Aguascalientes*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

de la Cerda-Lemus, M. (2010). *Familia Euphorbiaceae en el Estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-754

Esposito, M., Westbrook, A. S., Maggio, A., Cirillo, V., DiTommaso, A. (2023). Neutral weed communities: the intersection between crop productivity, biodiversity, and weed ecosystem services. *Weed Science*, 71, 1-30. <https://doi.org/10.1017/wsc.2023.27>

Gallandt, E.R., Weiner, J. (2015). Crop-weed competition. Ltd, *En: John Wiley & Sons, eds. ELS Ltd*. pp: 1-9. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020477.pub2>

García-Regalado, G. (2005). *Asteraceae: las Compuestas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 970-728-009-3

García-Regalado, G. (2007). *Plantas medicinales de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8359-83-7

González-Amaro, R. M. (2008). *Productividad y valor económico potencial de arvenses en cultivos de maíz de Nanacamilpa, Tlaxcala*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

González-Amaro, R.M., Martínez-Bernal, A., Basurto-Peña, F., Vibrans, H. (2009). Crop and non-crop productivity in a traditional maize agroecosystem of the highland of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5. <http://doi.org/10.1186/1746-4269-5-38>

Greenberg, A. (2015). Estado del conocimiento y uso de las verduras silvestres y semi-domesticadas en Los Altos de Chiapas. MSc Thesis. El Colegio de la Frontera Sur

Guillermo-Gómez, M. A. (2013). Vegetación y etnobotánica de milpas y potreros en la región de los choles, en el municipio de Candelaria, Campeche. MSc. Thesis. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo

Heindorf, C., Reyes-Agüero, J. A., Van't-Hooft, A., Fortanelli-Martínez, J. (2019). Inter-and intra-specific edible plant diversity of the Tének milpa fields in Mexico. *Economic Botany*, 4, 489-504. <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09475-y>

- Hernández-Xolocotzi, E. (1985). *Lecturas en Etnobotánica*. Xolocotzia. No 581-972 H46. México.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía], (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017*. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 4 de agosto 2022)
- IPNI [International Plant Names Index]. (2023). The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. <http://www.ipni.org> (consultado 23 enero 2023)
- JSTOR. (2018). JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/> (consultado 5 marzo 2023)
- Lara-Reimers, E. A., Fernández-Cusimamani, E., Lara-Rodríguez, E. A., Zepeda-del Valle, J. M., Polesny, Z., Pawera, L. (2018). An ethnobotanical study of medicinal plants used in Zacatecas state, Mexico. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **87**: 3581. DOI: <https://doi.org/10.5586/asbp.3581>
- Linares, E, Bye, R. (2015). Las especies subutilizadas de la milpa. *Revista digital universitaria*, 16, 1-22.
- Mares-Guerrero, A. A., Ocampo, G. (2018). *Catálogo ilustrado de plantas útiles de la sierra del laurel, Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8652-33-4
- Mares-Guerrero, A. A., Ocampo, G. (2020). Flora útil del Área Natural Protegida Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Revista Etnobiología*, 18, 3-23.
- Mascorro-de Loera, R. D., Ferguson, B. G., Perales-Rivera, H. R., Charbonnier, F. (2019). Herbicidas en la milpa: estrategias de aplicación y su impacto sobre el consumo de arvenses. *Ecosistemas y Recursos Naturales*, 6, 477-486. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2076>
- Mascorro-de Loera, R. D., Sosa-Ramírez, J., Luna-Ruíz, J. J., Perales-Segovia, C., Cabrera-Manuel, F. (2023) Arvenses en cultivos de maíz de temporal en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 102, 234-255. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.3362>
- Mera, L., Flores, R., Basurto-Peña, F., Bye, R., Castro-Lara, D., Evangelista, V., Mapes-Sánchez, C., Martínez-Alfaro, M. A., Molina, N., Saldívar, J. (2005). De quelites me como un taco.

*Ciencias*, 77, 36-38

- Paredes-Flores, M., Lira-Saade, R., Dávila-Aranda, P. D. (2007). Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botanica Mexicana*, 79, 13-61. <https://doi.org/10.21829/abm79.2007.1037>
- Pascual-Mendoza, S., Saynes-Vázquez, A., Pérez-Herrera, A. (2021). Traditional Knowledge of edible plants in an indigeneous community in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Plant Biosystems – An international Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. <https://doi.org/10.1080/11263504.2021.1887956>
- Pérez-Botho, B., Jiménez-Velázquez, M. A., Sánchez-Escudero, J., García-Cué, J. L., Muratalla-Lúa, A. (2015). Agricultura tradicional en El Botho, Alto Mezquital, estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 1215-1227.
- Pérez-Nicolás, M., Vibrans H, Romero-Manzanares A, Saynes-Vázquez A, Luna-Cavazos M, Flores-Cruz M, Lira-Saade R. 2017. Patterns of knowledge and use of medicinal plants in Santiago Camotlán, Oaxaca, México. *Economic Botany*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-017-9384-0>
- Picó, B., Nuez, F. (2000). Minor crops of Mesoamerica in early sources (I). Leafy vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47, 527-540. <https://doi.org/10.1023/A:1008704110054>
- Pilgrim, S., Smith, D. J., Pretty, J. (2007). A cross- regional assessment of the factors affecting ecoliteracy: Implications for policy and practice. *Ecological Applications*, 17, 1742–1751. <https://doi.org/10.1890/06-1358.1>
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/> (consultado 12 enero 2022).
- Rivera-Ramírez, I., Ríos-De La Cruz, A., Bravo-Avilez, D., Bernal-Ramírez, L. A., Velázquez-Cárdenas, Y., De Santiago-Gómez, J. R., Lozada-Pérez, L., Rendón-Aguilar, B. (2021). Riqueza, abundancia y composición de arvenses en parcelas sujetas a diferentes prácticas agrícolas en la Alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México. *Revista Etnobiología*, 19, 129-155.
- Sánchez, G. E., Sarandón, S. J. (2014). Principios de manejo agroecológico de malezas. En: Sarandón, S. J., Flores, C. C., eds. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo*

*de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 978-950-34-1107-0

Sánchez-Ken, J. (2018). Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1379.  
<https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>

Sandoval-Ortega, M. H., De Loera-Ávila, E. E., Martínez-Calderón, V. M., Sumaya-Mendoza, S. G. (2023). Plantas silvestres comestibles del estado de Aguascalientes, México, sus formas de consumo y comercialización. *Polibotánica*, 55, 213-230.  
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.55.14>

Sandoval-Ortega, M. H., Siqueiros-Delgado, M. E. (2019). Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Tecnociencia Chihuahua*, 13, 40-49.

Santos-Tanús, A., Aldasoro-Maya, E. M., Rojas-Serrano, C., Morales, H. (2019). Especies alimenticias de recolección y cultura culinaria: Patrimonio biocultural de la comunidad popoloca Todos Santos Almolonga, Puebla, México. *Nova Scientia*, 11, 296-342.  
<https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.1772>

SIAP [Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera]. (2023). *Estadística de la Producción Agrícola de 2022*. Disponible en: [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/) (consultado 16 mayo 2023).

Sierra-Muñoz, J. C., Siqueiros-Delgado, M. E., Flores-Ancira, E., Moreno-Rico, O., Arredondo-Figueroa, J. L. (2015). Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 93, 97-117.  
<https://doi.org/10.17129/botsci.63>

Siqueiros-Delgado, M. E. (1996). *Leguminosas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-625-909-0

Siqueiros-Delgado, M. E., García-Regalado, G., Macías-Flores, C., Rosales-Carrillo, O. (2011). *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-95-2

Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Ávalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., Sierra-Muñoz, J. C., García-Regalado, G. (2017). *Vegetación del estado de Aguascalientes*. Aguascalientes,

México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8523-15-3

Siqueiros-Delgado, M. E., Murillo-Pérez, G., Sierra-Muñoz, J. C., Martínez-Ramírez, J. (eds.)  
 Flora Dicotiledónea de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
 Aguascalientes, Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8782-12-3>.  
 ISBN: 978-607-8782-12-3

Sosa-Ramírez, J., Díaz-Nuñez, V., Ponce-Montoya, A. (2015). Diversidad y productividad del estrato herbáceo en una sabana de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Áreas Naturales protegidas Scripta*, 2, 51-66. <https://doi.org/10.18242/ANPScripta.2015.01.01.02.0003>

Thiers, B. (2019). Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado 2 octubre 2022).

Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N. (2019). La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. *En: Camejo-Pereira MV, Dal Soglio FK, eds. A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade*. Rio Grande Do Sul, Brazil: Universidade Federal do Río Grande do Sul (UFRGS). ISBN: 978-65-5725-007-5

TROPICOS. (2018). Tropicos.org, Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/> (consultado 7 octubre 2022)

Vázquez-García, V., Godínez-Guevara, L., Montes-Estrada, M., Ortiz-Gómez, A. S. (2004). Los quelites de Ixhuapan, Veracruz: disponibilidad, abastecimiento y consumo. *Agrociencia*, 38, 445-455.

Vibrans, H. (2016). Ethnobotany of Mexican Weeds. *En: Lira R, Casas A, Blancas J, eds, Ethnobotany of Mexico*. New York, USA: Springer, pp. 287-319. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_12)

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Villaseñor, J. L., Espinosa-García, J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions*, 10, 81-158. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>

Vyera-Odilon, L., Vibrans, H. (2001). Weed as crops: the value of maize field weeds in the Valley of Toluca, México. *Economic Botany*, 55, 426-443.



## **6. Capítulo 4 – Influencia de parámetros edafológicos y climáticos sobre la abundancia de arvenses en cultivos de maíz de temporal.**

### **6.1. Introducción**

El crecimiento de las plantas depende en gran medida de las características del suelo, las cuales son responsables de su distribución en el tiempo y espacio (Bashir et al. 2018). El maíz es uno de los cultivos de gran importancia en México debido a su versatilidad y adaptación a distintas condiciones climáticas y edafológicas, sin embargo, las arvenses, plantas que crecen en los campos de cultivos de forma espontánea, son un componente del agroecosistema que, en caso de no controlar su crecimiento pueden ocasionar una disminución en la cosecha. Los parámetros fisicoquímicos del suelo influyen en la abundancia de arvenses (Ahmad et al. 2015). El pH es una de las mediciones más importantes en los análisis del suelo, ya que controla reacciones químicas y biológicas (NOM-021-RECNAT-2000), es un factor determinante en la disponibilidad de nutrientes. Fageria (2014) destacó que el pH afecta la disponibilidad de fósforo y hierro e Iqbal et al. (2017) mencionaron que influye significativamente en la abundancia de algunas especies, de forma que pueden ser tolerantes y dando ventajas competitivas sobre otras. La conductividad eléctrica (C.E.) es una medida indirecta de las sales solubles que permiten un flujo de electricidad en el suelo. En Zimbabwe, Chipomho et al. (2020) demostraron que la manipulación de la conductividad eléctrica del suelo mediante la gestión de nutrientes afectaba la productividad del maíz y la dinámica de arvenses. Ahmad et al. (2016) encontraron que ciertos niveles de C.E. favorecían la emergencia y proliferación de especies en maíz. El nitrógeno (N) es un nutriente fundamental para el crecimiento de las plantas y que, en caso de déficit en el cultivo, generalmente se adiciona en forma de fertilizante químico junto con el fósforo y potasio (NPK) o bien, con la aplicación de estiércoles de distintos animales de ganado ovino y caprino. Lehockzy et al. (2014), Verma et al. (2018) demostraron que la fertilización con NPK aumentaba la abundancia de ciertas especies arvenses en cultivos de maíz, subrayando la necesidad de un manejo equilibrado de nutrientes. El potasio (K) regula algunos procesos fisiológicos de las plantas, incluyendo la fotosíntesis y la regulación osmótica. La disponibilidad de potasio afecta tanto al maíz como a las arvenses. La materia orgánica (M.O.) es crucial para mejorar la estructura del suelo, permite aumentar la capacidad de retención de agua y proporcionar nutrientes para el crecimiento de las plantas. Chipomho et al. (2020) mostraron que la aplicación

de M.O. en combinación con fertilizantes NPK mejoraba la productividad de maíz y reducía la abundancia de ciertas arvenses.

Los factores climáticos también influyen en el crecimiento de las arvenses. La temperatura óptima puede favorecer la germinación, crecimiento y reproducción de las arvenses; efecto contrario en temperaturas extremas. Page et al. (2017) reportaron que la variación en la temperatura puede influir significativamente en el periodo crítico de interferencia de las arvenses con el maíz; Masin et al. (2012) demostraron que la germinación y emergencia de arvenses pueden ser predecibles basándose en modelos que consideran las temperaturas del suelo y aire. La precipitación pluvial significa la disponibilidad de agua, influyendo directamente en la germinación de las semillas, crecimiento y competitividad, depende de la capacidad de cada especie para proliferar en condiciones de alta o baja precipitación. Vidotto et al. (2016) demostraron, en cultivos de maíz en Italia, que la distribución y abundancia de arvenses estaban influenciadas por la intensidad de las precipitaciones.

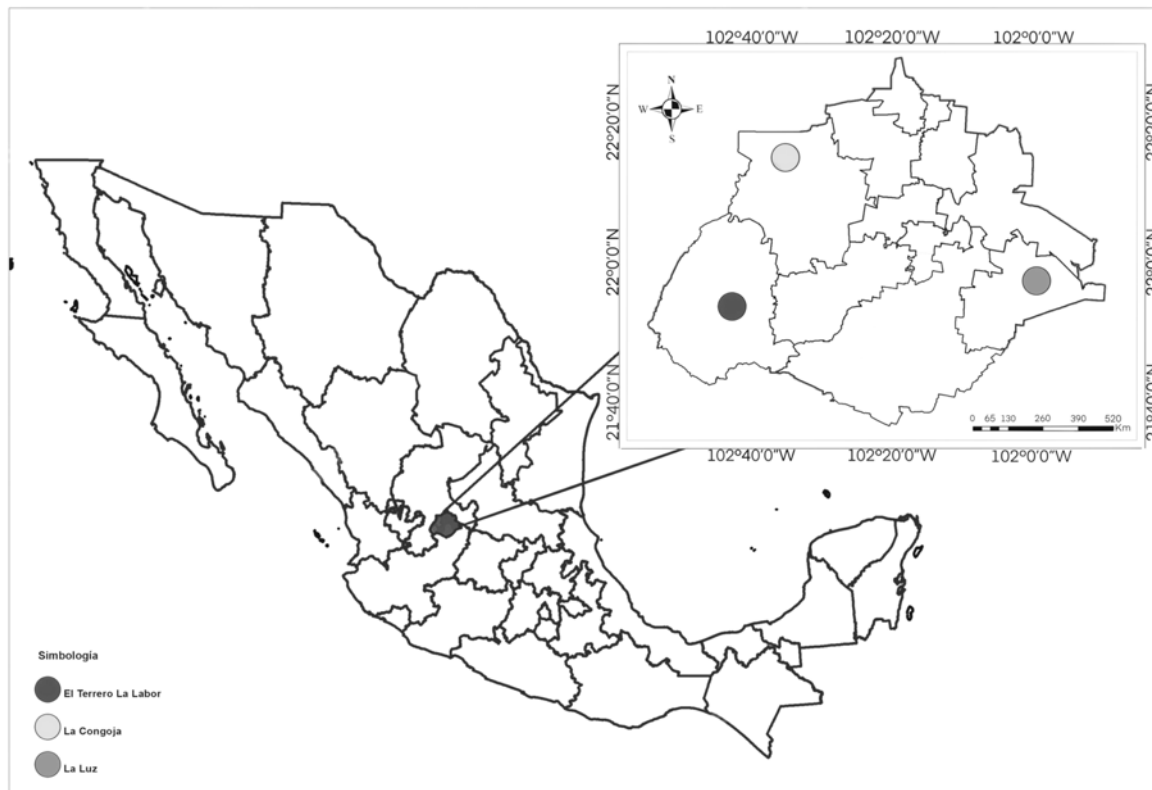
En el estado de Aguascalientes, el 75 % de la superficie se destina a cultivo de maíz forrajero de temporal (SIAP, 2023). Sin embargo, existen trabajos que vinculan parámetros edafológicos con la producción de maíz (Flores-Ancira et al. 2018; González-Cortés et al. 2016) pero no con las comunidades arvenses, por lo que el objetivo fue determinar la relación entre la abundancia de arvenses y los parámetros edafológicos y climáticos en cultivos de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes.

## **6.2. Materiales y métodos**

### **6.2.1. Área de estudio**

El estado de Aguascalientes se ubica en la zona centro norte del país ( $21^{\circ} 37' 20''$  y  $22^{\circ} 27' 35''$  N,  $101^{\circ} 50' 07''$  y  $102^{\circ} 52' 27''$  O) con una extensión de  $5,616 \text{ km}^2$  representando aproximadamente el 0.3 % del territorio nacional. Colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco (INEGI 2017). Con base en los proyectos de investigación de biodiversidad de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la vinculación con las

autoridades ejidales, se eligieron tres localidades para la recopilación de información: “La Congoja” en el municipio de San José de Gracia (22° 09’ 57” N, 102° 33’ 26” O, 2,512 m snm); presenta clima tipo C(w) – templado subhúmedo con lluvias en verano; “La Luz” en el municipio de El Llano (21° 59’ 56” N, 101° 59’ 45” O, 2,030 m snm); cuenta con clima BS1k – semiseco templado con lluvias en verano y “Terrero la Labor” en el municipio de Calvillo (22° 1’ 28” N, 102° 40’ 18” O, 1,840 m snm) con clima BS1h – semiseco semicálido con lluvias en verano (INEGI 2017) (Figura 5).



**Figura 5** – Ubicación del estado de Aguascalientes, México y localidades analizadas.

### 6.2.2. Toma de muestras de suelo agrícola y abundancia de arvenses

Durante el ciclo agrícola de 2021, se tomaron 12 muestras en el mismo número de sitios, cuatro por localidad. Cada muestra se conformó por cinco submuestras tomadas en forma de zig-zag. Una vez homogeneizada la muestra, se envió al Laboratorio de Suelos del Centro de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, para la determinación de los parámetros de pH, nitrógeno total ( $N_t$ ), fósforo ( $P_t$ ), potasio (K), materia orgánica (M.O.) y salinidad (C. E.) con base en la NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Además, se incluyeron las variables de

precipitación pluvial (PP) y temperatura media (T) cuyos valores se obtuvieron con el registro de las estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de estudio.

Para la determinación de la abundancia de arvenses, se utilizó la metodología de la línea de Canfield (Albino-García et al. 2011; Blanckaert et al. 2007). Consiste en delimitar una línea recta de 10m dentro del cultivo evitando los bordes de la parcela y cada 10cm se registró la especie que tocaba el punto y, al final, la frecuencia de las especies que tocaban la línea (Figura 6). Se colectaron los ejemplares de arvenses para su posterior identificación en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Thiers, 2019) mediante literatura especializada (Siqueiros-Delgado 1996, García-Regalado 2005, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005, de la Cerda-Lemus 2010, Siqueiros-Delgado *et al.* 2011, 2020; Cerros-Tlatilpa *et al.* 2015). Además, se consultó la colección digital del Missouri Botanical Garden (MO) (TROPICOS 2018) y se corroboró el nombre de cada especie basándose en International Plant Names Index (IPNI 2023) y Global Plants (JSTOR 2018).



**Figura 6** -Método de Línea de Canfield

### 6.2.3. Análisis estadísticos

Con base en los resultados de los parámetros edafológicos y abundancia de especies, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) (Hassannejad & Navid 2013), utilizando Rstudio (R Core Team 2022) con el paquete *vegan* (Oksanen et al. 2022). Los parámetros de

materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio se consideraron para encontrar los efectos del suelo sobre la abundancia de las arvenses.

### 6.3. Resultados

Se identificaron arvenses de 17 familias, 39 géneros y 47 especies. Las familias con mayor riqueza fueron Asteraceae y Poaceae con 21.3 y 17 % respectivamente (Anexo 4). La arvense con mayor abundancia fue *Oxalis decaphylla* Kunth (Oxalidaceae) con 171 apariciones, seguido por *Bidens odorata* Cav. (Asteraceae) con 163. El 42.5 % de las arvenses presentaron abundancia menor a diez.

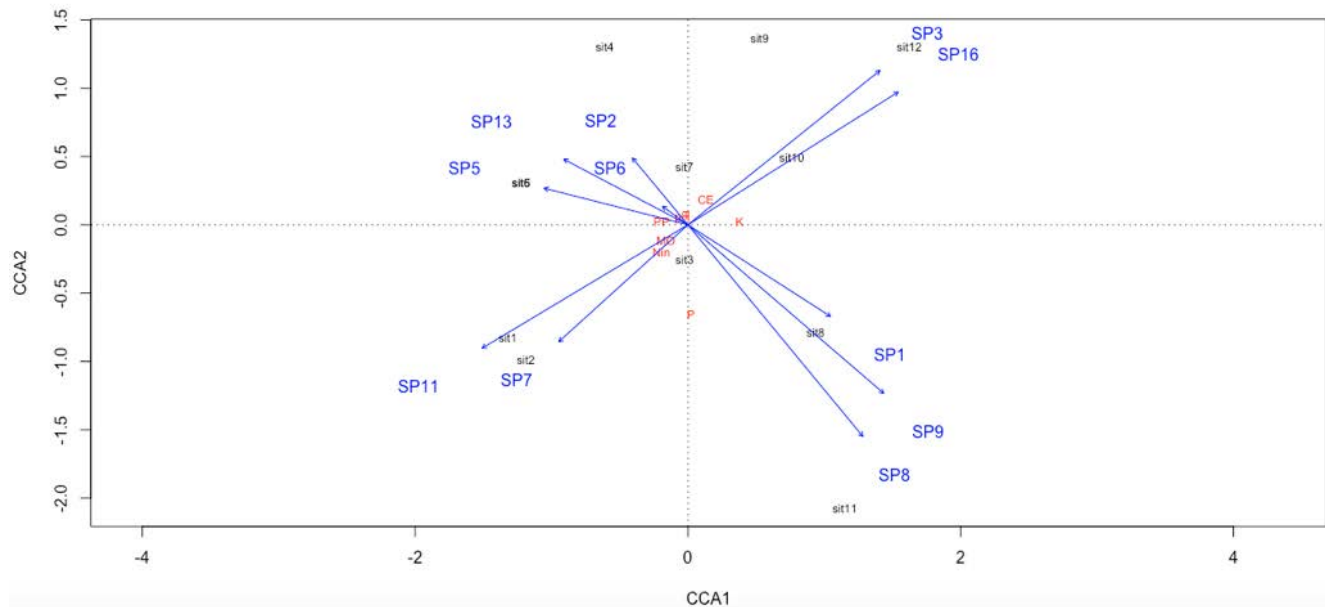
El análisis edafológico arroja suelos pobres, mayormente neutros (pH 6.6-7.3) con conductividad eléctrica con efectos despreciables, con materia orgánica (M.O.) entre muy bajos y medio. El Nitrógeno, a excepción de un sitio de muestreo, se encuentra en niveles muy bajos y fósforo con niveles altos (> 11 mg/Kg) con excepción de tres sitios (Tabla 6).

**Tabla 6** -Resultados edafológicos y climáticos

Sitio	Parámetro							
	pH	C. E. (dS/m <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	M. O. (%) <sup>b</sup>	N (mg/Kg) <sup>c</sup>	P (mg/Kg) <sup>d</sup>	K (mg/kg) <sup>e</sup>	T (°C) <sup>f</sup>	PP (mm) <sup>g</sup>
1	6.8	0.5	1.1	8.7	36.3	96.2	14.6	484.4
2	7.1	0.3	2.4	6.5	40.3	107.7	14.6	484.4
3	6.9	0.4	2.4	3.3	35.0	243.8	14.6	484.4
4	6.9	0.4	1.3	3.3	3.3	173.5	14.6	484.4
5	7.0	0.3	1.9	4.3	21.8	123.0	21.1	552.7
6	7.0	0.3	1.9	4.3	21.8	123.0	21.1	552.7
7	6.8	0.3	2.2	1.1	25.1	277.3	21.1	552.7
8	6.9	0.7	3.5	13.0	63.4	476.1	21.1	552.7
9	7.4	0.5	0.3	3.3	2.6	222.0	18.5	325.1
10	7.1	0.3	0.7	5.4	15.8	253.3	18.5	325.1
11	7.1	0.2	0.8	1.1	68.0	314.2	18.5	325.1
12	7.2	0.8	1.1	1.1	5.3	381.2	18.5	325.1

<sup>a</sup> – Conductividad eléctrica, <sup>b</sup> – Materia Orgánica, <sup>c</sup> – Nitrógeno inorgánico total, <sup>d</sup> – Fósforo disponible, <sup>e</sup> – Potasio intercambiable, <sup>f</sup> – Temperatura media, <sup>g</sup> – Precipitación pluvial.

El CCA mostró sólo 11 de las 47 especies, siendo estas las más representativas del análisis. *A. powellii* (SP3) y *X. strumarium* (SP16) presentan sensibilidad a la conductividad eléctrica y potasio y *A. hybridus* (SP1), *B. bigelovii* (SP8) y *B. odorata* (SP9) a la alta concentración de fósforo coincidiendo con su presencia en el sitio 8 y 11, los cuales presentaron la mayor concentración de los sitios muestreados. Los bajos niveles de materia orgánica y nitrógeno afectan negativamente a *A. confertiflora* (SP7) y *C. bippinatus* (SP11). Además, el sitio 1 y 2 presentan similitud en la riqueza de especies (Figura 7).



**Figura 7** – Análisis canónico de correspondencia

#### 6.4. Discusión

Las arvenses identificadas ya cuentan con reporte de presencia en el estado (Villaseñor & Espinosa-García 2004, Villaseñor 2016, Siqueiros *et al.* 2017, Sánchez-Ken 2018, Siqueiros *et al.* 2020). Las familias con mayor riqueza coinciden con lo reportado por Mascorro de-Loera *et al.* (2023) para la misma zona de estudio, sin embargo, la especie más abundante no pertenece a las familias con mayor representación. Estudios similares en otras zonas reportaron menor

riqueza de arvenses en maíz, por ejemplo Chipohmo et al. (2020) en Zimbabwe reportaron 23 especies y en Pakistán, Ahmad et al. (2022) encontraron 29.

En el estudio realizado, los suelos presentaron un pH mayoritariamente neutro, oscilando entre 6.6 y 7.3. Este rango de pH es favorable para la mayoría de los cultivos y muchas especies de arvenses, ya que permite una disponibilidad óptima de nutrientes esenciales como el fósforo, que son vitales para el crecimiento vegetal (Fageria, 2014). En el CCA, el pH se mantuvo en el centro de la matriz, indicando que es óptimo para todas las especies al igual que la temperatura promedio. En los suelos agrícolas analizados, la C.E. fue relativamente baja, indicando una baja salinidad, lo cual es favorable para la mayoría de las plantas cultivadas y arvenses; sin embargo se identificaron dos especies que son sensibles a este parámetro.

El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y es frecuentemente añadido a los cultivos en forma de fertilizantes químicos o estiércol. En el estudio, se observó que los niveles de nitrógeno eran mayormente bajos, con la excepción de un sitio de muestreo. La deficiencia de nitrógeno puede limitar el crecimiento tanto del maíz como de las arvenses, pero la adición de fertilizantes NPK puede incrementar la abundancia de ciertas especies de arvenses, como lo demostraron Verma et al. (2018).

El fósforo es otro nutriente crucial cuya disponibilidad puede ser afectada por el pH del suelo. En los suelos analizados, los niveles de fósforo fueron generalmente altos, excepto en tres sitios específicos. El fósforo es esencial para la formación de raíces y el desarrollo general de las plantas. Una alta disponibilidad de fósforo puede favorecer la proliferación de arvenses que compiten eficazmente por este nutriente, influenciando así la estructura de la comunidad de arvenses en los campos de maíz (Fageria, 2014).

La materia orgánica es fundamental para mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de agua y proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. En los suelos estudiados, los niveles de materia orgánica variaron de muy bajos a medios. La aplicación de materia orgánica, combinada con fertilizantes NPK, ha demostrado mejorar la productividad del maíz y reducir la abundancia de ciertas arvenses (Chipomho et al., 2020).

Comprender cómo los parámetros edafológicos y climáticos afectan la abundancia de arvenses en los cultivos de maíz es crucial para desarrollar prácticas agrícolas sostenibles y eficientes. Sin embargo, cada factor afecta de distinta manera a cada arvense debido a las interacciones complejas entre ellos. Es necesario realizar estudios a mayor profundidad donde se incluyan factores como el manejo, aplicación de agroquímicos y otros insumos (Kolářová et al. 2014) para comprender de qué forma afecta cada uno en la composición de las arvenses en un cultivo de maíz de temporal.

### 6.5. Literatura citada

- Albino-García, C., Cervantes, H., López, M., Ríos-Casanova, L., Lira, R. (2011). Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: El caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1005-1019. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.719>
- Ahmad, Z., Mulk-Khan, S., Fathi-Abd\_Allah, E., Abdullah-Alqarawi, A., Hashem, A. (2016). Weed species composition and distribution pattern in the maize crop under the influence of edaphic factors and farming practices: A case study from Mardan, Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, 741-748. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.07.001>
- Bashir, H., Ahmad, S. S., Nawaz, M., Shahzad, S., Gishkori, R., Jawad, Y. (2018) Ordinal quantification of weed status at Khampur Dam, Pakistan. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 16 (1), 35-41. Disponible en: [https://www.pjlss.edu.pk/pdf\\_files/2018\\_1/35-41.pdf](https://www.pjlss.edu.pk/pdf_files/2018_1/35-41.pdf) (consultado 10 junio 2024).
- Blanckaert, I., Vancraeynest, K., Swennen, R. L., Espinosa-García, F. J., Piñero, D., Lira-Saade, R. (2007) Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semi-arid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.015>
- Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. DF, México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7607-36-6
- Cerros-Tlatilpa, R., Siqueiros-Delgado, M. E., Skendzic, E. M. (2015). El género *Chloris* Sw. (Poaceae Chloridoideae) en México. *Acta Botanica Mexicana*, 112, 95-147. <https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1091>



Chipomho, J., Rugare, J. T., Mabasa, S., & Zingore, S. (2020). Short-term impacts of soil nutrient management on maize (*Zea mays* L.) productivity and weed dynamics along a toposequence in Eastern Zimbabwe. *Heliyon*, 6, e05223. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05223>

de la Cerda-Lemus, M. (2010). *Familia Euphorbiaceae en el Estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-754.

Fageria, N. K. (2014). Nitrogen management in crop production. CRC Press.

Flores-Ancira, E., Díaz-Romo, A., Haubi-Segura, C., López-Gutiérrez, M. A. (2018). Producción y calidad nutritiva de maíz bajo condiciones de secano en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (8), Epub. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1718>

García-Regalado, G. (2005). *Asteraceae: las Compuestas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 970-728-009-3

González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Estrada-Cabral, J. C., Chávez-Muñoz, J. A., Tejero-Jiménez, L. (2016) Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (3), 669-680.

Hassanejad, S., Navid, S. (2013) Correlation between weeds and crops. *International Journal of Biosciences*, 3 (5), 117-124. <https://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.5.117-124>

INEGI. (2017) Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 2 enero 2022).

Iqbal, M., Khan, S. M., Khan, M. A., Ahmad, Z., & Abbas, Z. (2017). Distribution pattern and species richness of natural weeds of wheat in varying habitat conditions of district Malakand, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 49 (6), 2371-2382. Disponible en: <https://www.pakbs.org/pjbot/papers/1512404062.pdf> (consultado 11 junio 2024)

IPNI [International Plant Names Index]. 2023. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. <http://www.ipni.org> (consultado 23 enero 2023).

JSTOR. 2018. JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/> (consultado octubre 5 2022)

- Kolářová, M., Tyšer, L. Soukup, J. (2014) Weed vegetation of arable land in Czech Republic: environmental a management factors determining weed species composition. *Biologia*, 69 (4), 443-448. <https://doi.org/10.2478/s11756-014-0331-6>
- Lehoczky, É., Kamuti, M., Mazsu, N., & Tamás, J. (2014). Influence of NPK fertilization on weed flora in maize field. *Agrokémia és Talajtan*, 63, 139-148. <https://doi.org/10.1556/Agrokem.63.2014.1.15>
- Mascorro-de Loera, R.D., Sosa-Ramírez, J., Luna-Ruíz, J. J., Perales-Segovia, C., Cabrera-Manuel, F. Arvenses en cultivos de maíz de temporal en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes, México. 2023. *Botanical Sciences*, 102, 234-255. <https://doi.org/10.17129/botsci.3362>
- Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Otto, S., & Zanin, G. (2012). Modeling weed emergence in Italian maize fields. *Weed Science*, 60 (2), 254-259. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00124.1>
- NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf> (consultado 10 junio 2024).
- Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Michin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., de Caceres, M., Durand, S., Evangelista, H. B., Fitz-John, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M. O., Lathi, L., McGlenn, D., Ouellete, M. H., Ribeiro, E., Smith, T., Stier, A., Ter, C. J., Weedon, J. (2022). *Package "vegan"*. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (consultado 1 octubre 2022).
- Page, E. R., Cerrudo, D., Westra, P., Loux, M., & Smith, K. (2017). Why early season weed control is important in maize. *Weed Science*, 60 (3), 423-430. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00183.1>
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/> (consultado 12 enero 2022).
- Sánchez-Ken, J. (2018). Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae)

de México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1379.

<https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>

SIAP [Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera]. (2023). *Estadística de la Producción Agrícola de 2022*. [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/) (consultado 1 mayo 2023)

Siqueiros-Delgado, M. E. (1996). *Leguminosas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-625-909-0

Siqueiros-Delgado, M. E., García-Regalado, G., Macías-Flores, C., Rosales-Carrillo, O. (2011). *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-95-2

Siqueiros-Delgado, M. E., Murillo-Pérez, G., Sierra-Muñoz, J. C., Martínez-Ramírez, J. (eds.) *Flora Dicotiledónea de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8782-12-3>. ISBN: 978-607-8782-12-3

TROPICOS. (2018). Tropicos.org, Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/> (consultado 7 octubre 2022)

Verma, V., Srivastava, A. K., & Govil, A. (2018). Management of weed dynamics through nutrient management in wheat-maize cropping system. *International Journal of Chemical Studies*.

Vidotto, F., Fogliatto, S., Milan, M., & Ferrero, A. (2016). Weed communities in Italian maize fields as affected by pedo-climatic traits and sowing time. *European Journal of Agronomy*. 74, 38-46. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2015.11.018>

Villaseñor, J.L. (2016). Checklist of native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Villaseñor, J.L., Espinosa-García, J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions*, 10, 81-158. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>

## 7. CAPÍTULO 5 – COCCINÉLIDOS (COLEÓPTERA: COCCINELLIDAE) ASOCIADOS A ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL LLANO, AGUASCALIENTES, MÉXICO

### 7.1. Introducción

Las arvenses son plantas que crecen, se reproducen y dispersan en hábitats creados por el ser humano, como campos agrícolas y orillas de caminos (Vibrans, 2016). Son parte fundamental de los agroecosistemas (Esposito *et al.*, 2023), crean microclimas que mantienen la abundancia y diversidad de las especies (Grundy *et al.*, 2011; Mashavakure *et al.*, 2019), proveen resistencia a las sequías (Blanco-Valdés, 2016), incrementan la población de polinizadores (Grimau *et al.*, 2014; Hernández-Villa *et al.*, 2020; Kleiman *et al.*, 2021), fungen como barreras físicas y alterando las condiciones de colonización por insectos e interacciones químicas entre ellos (Altieri *et al.*, 1977), ofrecen mayor disponibilidad para refugio, presas y fuentes de alimento para los enemigos naturales de las plagas del cultivo (Altieri *et al.*, 1987; Penagos *et al.*, 2003; Moreira *et al.*, 2015); proveen polen, néctar floral, extrafloral y savia a parasitoides y depredadores como fuentes de energía para mejorar la supervivencia en periodos de escasez de presas (Landis *et al.*, 2005) y su eliminación favorecen el incremento o surgimiento de plagas agrícolas (Bahena-Juárez, 2008).

El cultivo de maíz en México es un agroecosistema desarrollado desde tiempos prehispánicos (Mera *et al.* 2005) sembrado como policultivo en asociación con frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Cucurbita* spp.) integrando entre 20 y 30 especies incluyendo las arvenses (Toledo & Barrera-Bassols, 2019) y una gran diversidad de insectos, algunos considerados plaga y otros como enemigos naturales de ellos (Ávila-Rodríguez *et al.*, 2023). El uso de agroquímicos en la agricultura actual ha disminuido la diversidad tanto de arvenses (Chikoye *et al.*, 2004; Grundy *et al.*, 2011) como de insectos (Hernández-Trejo *et al.*, 2018) por lo que su uso compromete la estabilidad del agroecosistema.

Los insectos plaga en el maíz son de gran importancia económica debido a las pérdidas que ocasionan en caso de no ser controladas, principalmente el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797), el gusano trozador (*Agrotis ipsilon* Hufnagel, 1766), el gusano

elotero (*Helicoverpa zea* Boddie, 1850), la mosca de los estigmas (*Euxesta stigmatias* Loew, 1868) y el gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hübner, 1808) (Fernández, 2002); sin embargo los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), llamadas comúnmente como catarinas o mariquitas, es un grupo de coleópteros que cuenta con alrededor de 6,000 especies descritas en el mundo (Gordon, 1985) y 180 en México (Blackwelder, 1944) cuyo uso como control biológico se ha extendido en cultivos de importancia económica (Milán-Vargas, 2010) debido a su comportamiento como depredadores generalistas (Obrycki & Kring, 1998; Giorgi *et al.*, 2009). Actualmente, existen investigaciones que las identifican como unas de las principales depredadoras de los insectos plaga en el maíz (Cortéz & Trujillo, 1994; García-Gutiérrez *et al.*, 2012; Murillo, 2014; Hernández-Trejo *et al.*, 2018; González-González *et al.*, 2020).

En el estado de Aguascalientes, el 75 % de la superficie se destina a cultivo de maíz forrajero de temporal (SIAP, 2023). Sin embargo, solo dos trabajos enlistan las arvenses en estos cultivos (de la Cerda-Lemus 2002; Mascorro-de Loera *et al.*, 2023) y dos más que reportan especies de coccinélidos (de Erice-Zúñiga *et al.*, 2000; Escoto-Rocha *et al.*, 2019). El objetivo del presente trabajo fue identificar las especies arvenses y coccinélidos asociados a su presencia en cultivos de maíz de temporal en el municipio de El Llano, Aguascalientes.

## **7.2. Materiales y métodos**

El estado de Aguascalientes cuenta con una extensión de 5,616 km<sup>2</sup> representando aproximadamente el 0.3 % del territorio nacional. Se ubica en la zona centro norte del país (21° 37' 20" y 22° 27' 35" N, 101° 50' 07" y 102° 52' 27" O) colindando al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco (INEGI, 2017). El estudio se llevó a cabo en localidad de "La Luz" (LL) en el municipio de El Llano (21° 59' 56" N, 101° 59' 45" O, 2,030 msnm), cuenta con clima BS1K – semiseco templado con lluvias en verano (INEGI, 2017) y su actividad económica principal consiste en la crianza de animales, principalmente ovinos y porcinos (INEGI 2020). Con previa autorización por los dueños, las colectas se realizaron entre los meses de agosto y octubre de 2021 en cinco sitios de muestreo cultivados con maíz de temporal con tres repeticiones periódicas cada ocho días en promedio.

Los coccinélidos se recolectaron con red entomológica y manualmente (Cambero-Nava *et al.*, 2018; Lara *et al.*, 2022). Se realizaron 100 golpes de red por muestreo (Ávila-Rodríguez *et al.*, 2023) en zig-zag y pasando la red sobre las arvenses. Durante la colecta manual se revisaron hojas y tallos de las arvenses (González-González *et al.*, 2020). Los ejemplares se colocaron en frascos de plástico con alcohol etílico al 80 % etiquetados con fecha, sitio y forma de colecta para su posterior identificación en el Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro de Ciencias Agronómicas en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) utilizando las claves dicotómicas de Gordon (1985), Gordon y Vanderberg (1991) y González (2006). Las fotografías se realizaron en la Colección Zoológica de la UAA con estereoscopio marca Leica™ Modelo EZ4HD y se editaron con el programa PROCREATE™.

Las arvenses donde se observaron coccinélidos fueron colectadas y herborizadas para su posterior identificación en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA) (Thiers, 2019) a través de literatura especializada (Siqueiros-Delgado, 1996; Calderón de Rzedowski & Rzedowski, 2001; García-Regalado, 2005; de la Cerda-Lemus, 2010; Siqueiros-Delgado *et al.*, 2011; Cerros-Tlatilpa *et al.*, 2015; Siqueiros-Delgado *et al.*, 2020).

### 7.3. RESULTADOS

Se recolectaron 450 especímenes adultos de la familia Coccinellidae representados en una familia, dos subfamilias, seis géneros y siete especies (Tabla 7; Figura 8); además, se identificaron nueve familias, 18 géneros y 22 especies arvenses (Cuadro 2). De los coccinélidos identificados, *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 es la única ya reportada para el estado de Aguascalientes, siendo *Chilocorus cacti* Linnaeus, 1767, *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763, *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850, *Olla v-nigrum* Mulsant, 1866, *Scymnus horni* Gorham, 1897 y *Scymnus loewii* Mulsant, 1850, nuevos registros. *Hippodamia convergens* fue el coccinélido más abundante con 378 ejemplares, seguido por *C. sanguinea* con 63. En el caso de *C. cacti* y *S. horni* se colectó solo un ejemplar (Tabla 7).

**Tabla 7** -Riqueza de especies de la familia Coccinellidae recolectados en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes, México.

Familia	Subfamilia	Especie	Abundancia de coccinélidos por sitio de muestreo					Total
			Sitio	Sitio	Sitio	Sitio	Sitio	
			1	2	3	4	5	
Coccinellidae	Coccinellinae Latreille, 1807	<i>Chilocorus cacti</i> L.**					1	1
		<i>Cycloneda sanguinea</i> L.**	18	15	10	13	7	63
		<i>Epilachna varivestis</i> M.**			1	1		2
		<i>Hippodamia convergens</i> G. M.*	124	72	62	41	79	378
		<i>Olla v-nigrum</i> M.**		1	1			2
		<i>Scymnus horni</i> G.**	1					1
		<i>Scymnus loewii</i> M.**			1	1	1	3
		<b>Total</b>						<b>450</b>

\* Especie reportada para el estado de Aguascalientes, \*\* Nuevo registro

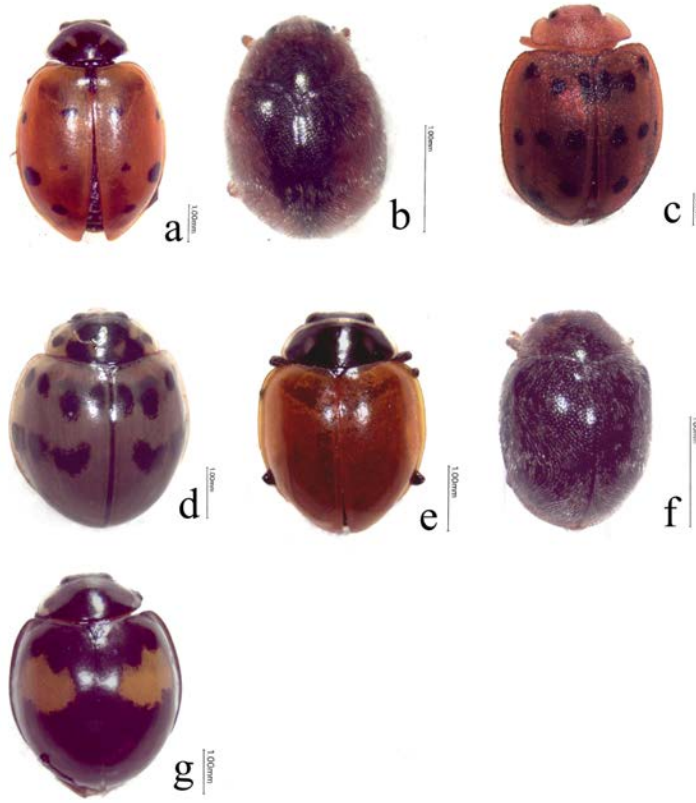
El 54.5 % de las especies arvenses estuvo representado por dos familias, Asteraceae y Poaceae con 36.4 % y 18.1 % respectivamente, siendo estas familias donde se observaron la mayoría de coccinélidos. *Hippodamia convergens* fue la más abundante y presente en los cinco sitios de muestreo, con observaciones en las 22 arvenses identificadas, seguida por *C. sanguinea* con observaciones en 17 arvenses (Tabla 8).

**Tabla 8** - Especies arvenses y coccinélidos observados durante colectas manuales. a - *C. cacti* L., b - *C. sanguinea* L., c - *E. varivestis* M., d - *H. convergens* G. M., e - *O. v-nigrum* M.

<b>Familia</b>	<b>Especie arvense</b>	<b>Coccinélido observado*</b>
Amaranthaceae	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson, 1877	d
	<i>Chenopodium album</i> Linnaeus, 1753	b, d
Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC., 1836	b, d
	<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray, 1859	b, d, e
	<i>Bidens odorata</i> Cavanilles, 1791	a, b, d
	<i>Parthenium hysterophorus</i> Linnaeus, 1753	b, d
	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Persoon, 1807	b, c, d
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg., 1780	b, d
	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass., 1829	b, c, d
Brassicaceae	<i>Xanthium strumarium</i> Linnaeus, 1753	b, d
	<i>Raphanus raphanistrum</i> Linnaeus, 1753	b, d
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia glauca</i> (Ortega) Eifert, 1972	b, d
	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltldl., 1837	b, d
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet, 1828	d
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., 1805	b, d
	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc., 1933	d
	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link, 1827	d
	<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Nees, 1841	d
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> Linnaeus, 1753	b, d
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> Linnaeus, 1753	b, d
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cavanilles, 1796	b, d
	<i>Solanum rostratum</i> Dunal, 1813	b, d

Durante los muestreos, se observó la importancia de las arvenses para los coccinélidos. Proveen un sitio seguro para la reproducción (Figura 6a-c), como refugio (Figura 6d-e) o para dar continuidad a su ciclo de vida (Fig. 6f).

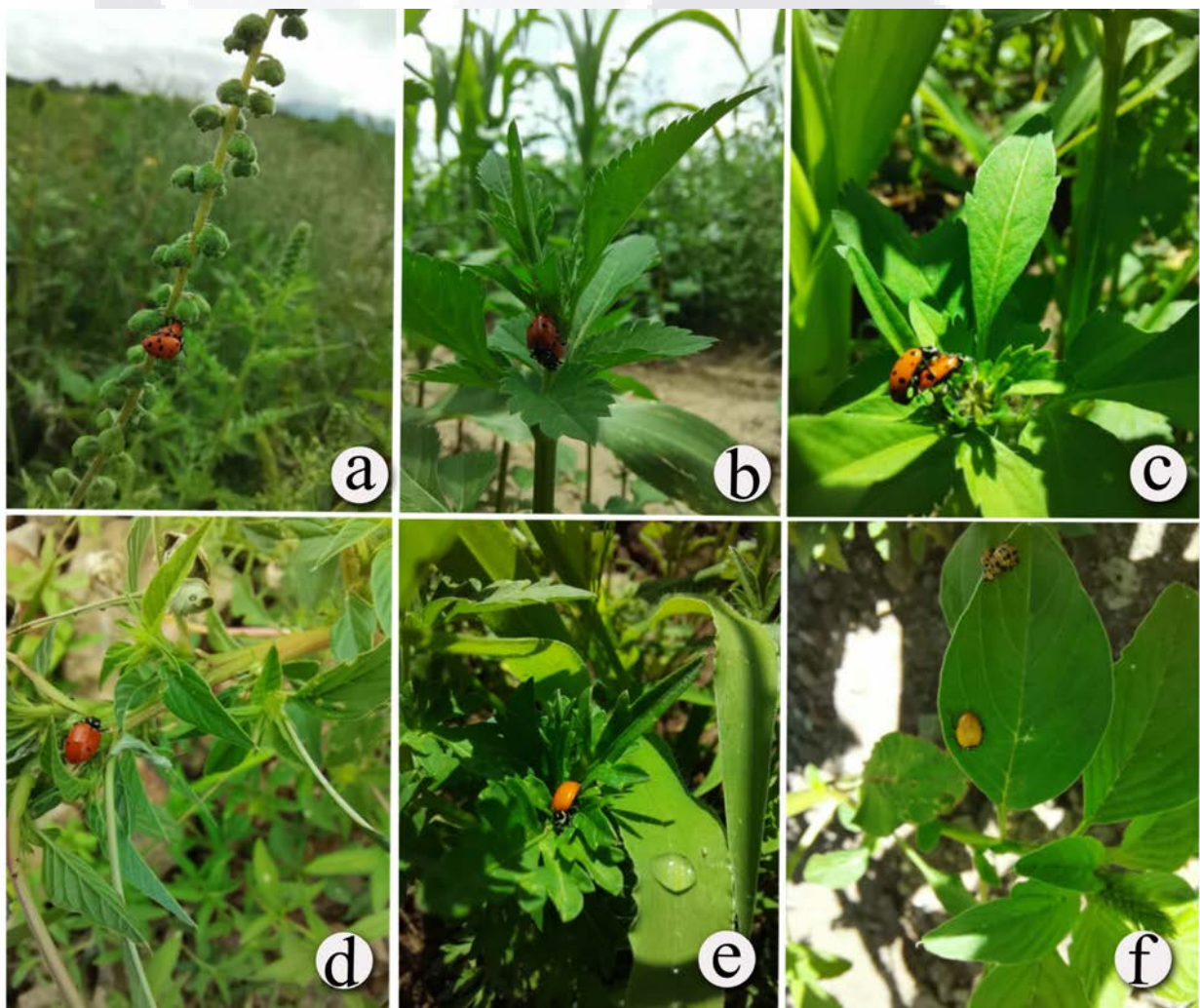




**Figura 8** - Especies de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes. Vista superior de los ejemplares adultos: **a.** *H. convergens* G. M. **b.** *S. loewii* M. **c.** *E. varivestis* M. **d.** *O. v-nigrum* M. **e.** *C. sanguinea* L. **f.** *S. horni* G. **g.** *C. cacti* L.

**Material examinado:** *Chilocorus cacti* L.: Colector: Daniel Mascorro, 9-IX-2021, colecta manual. Sitio 5 (21° 57' 47" N, 101° 57' 39" O) 1 ejemplar. *Cycloneda sanguinea* L.: Colector: Daniel Mascorro, 9-IX-2021, 10-IX-2021, 13-IX-2021, 14-IX-2021, 15-IX-2021, 20-IX-2021, 22-IX-2021, 23-IX-2021, 24-IX-2021, 27-IX-2021, 29-IX-2021, 30-IX-2021, 4-X-2021, 7-X-2021, 8-IX-2021, red entomológica y manual. Sitio 1 (21° 59' 41" N, 101° 59' 58" O) 18 ejemplares, sitio 2 (21° 56' 47" N, 101° 58' 33" O) 15 ejemplares, sitio 3 (21° 58' 30" N, 101° 57' 41" O) 10 ejemplares, sitio 4 (21° 56' 23" N, 101° 58' 37" O) 13 ejemplares, sitio 5 (21° 57' 47" N, 101° 57' 39" O) 7 ejemplares. *Epilachna varivestis* M.: Colector: Daniel Mascorro, 20-IX-2021, 7-X-2021, colecta manual. Sitio 3 (21° 58' 30" N, 101° 57' 41" O) 1 ejemplar, sitio 4 (21° 56' 23" N, 101° 58' 37" O) 1 ejemplar. *Hippodamia convergens* G. M.: Colector: Daniel Mascorro, 9-IX-2021, 10-IX-2021, 13-IX-2021, 14-IX-2021, 15-IX-2021, 20-IX-2021, 22-IX-2021, 23-IX-2021, 24-IX-2021, 27-IX-2021, 29-IX-2021, 30-IX-2021, 4-X-2021, 7-X-2021, 8-IX-2021, red entomológica y manual. Sitio 1 (21° 59' 41" N, 101° 59' 58" O) 124 ejemplares, sitio 2 (21° 56' 47" N, 101° 58' 33" O) 72 ejemplares, sitio 3 (21° 58' 30" N, 101° 57' 41" O) 62

ejemplares, sitio 4 (21° 56' 23" N, 101° 58' 37" O) 41 ejemplares, sitio 5 (21° 57' 47" N, 101° 57' 39" O) 79 ejemplares. *Olla v-nigrum* M.: Colector: Daniel Mascorro, 29-IX-2021, 30-IX-2021, red entomológica y manual. Sitio 2 (21° 56' 47" N, 101° 58' 33" O) 1 ejemplar, sitio 3 (21° 58' 30" N, 101° 57' 41" O) 1 ejemplar. *Scymnus horni* G.: Colector: Daniel Mascorro, 22-IX-2021, red entomológica. Sitio 1 (21° 59' 41" N, 101° 59' 58" O) 1 ejemplar. *Scymnus loewii* M.: Colector: Daniel Mascorro, 9-IX-2021, 20-IX-2021, 7-X-2021, red entomológica. sitio 3 (21° 58' 30" N, 101° 57' 41" O) 1 ejemplar, sitio 4 (21° 56' 23" N, 101° 58' 37" O) 1 ejemplar, sitio 5 (21° 57' 47" N, 101° 57' 39" O) 1 ejemplar.



**Figura 9** -a. Cópula de *H. convergens* sobre inflorescencias de *A. confertiflora*. b. Cópula de *H. convergens* en *B. odorata*. c. Cópula de *H. convergens* sobre *B. bigelovii*. d. *H. convergens* en *A. palmeri*. e. *C. sanguinea* en *B. odorata*. f. Coccinélido emergiendo del estadio de pupa sobre *A. palmeri*.

#### 7.4. Discusión

Los coccinélidos identificados en el presente trabajo ya cuentan con registro en cultivos de maíz en México (Bahena-Juárez, 2008), en el caso del estado de Aguascalientes, constituyen 6 registros nuevos. La riqueza de coccinélidos en este trabajo fue mayor a la registrada por Ávila-Rodríguez *et al.* (2023) con tres especies y Prescott y Andow (2015) con cuatro; y menor a lo reportado por Zambrano-Mero *et al.* (2024), Rodríguez-Velez *et al.* (2021) y Gregorio-Bailon *et al.* (2022) con 15, 12 y 14 especies respectivamente. Además, existen estudios de la riqueza de coccinélidos en otros cultivos con especies en común, siendo *H. convergens* una especie generalista ().

Las arvenses identificadas corresponden al 38.6 % de las reportadas por Mascorro-de Loera *et al.* (2023) para la misma zona y coinciden las familias botánicas principales. La abundancia de coccinélidos, especialmente *H. convergens* y *C. sanguinea*, pudo favorecerse debido a varios factores. Por ejemplo, en 2021 se reportó 26 % más precipitación en comparación 2020 (SMN, 2023) para la misma zona, ocasionando que los campesinos no controlaran el crecimiento de arvenses por la dificultad de acceso a los cultivos con la maquinaria agrícola requerida, evitando el uso de insecticidas y permitiendo el crecimiento de las arvenses de forma libre sirviendo como fuente de néctar y polen que algunos coccinélidos requieren en su proceso de desarrollo (Freeman-Long *et al.*, 1998). En el caso de *H. convergens*, Naranjo-Acosta *et al.* (2022) determinaron que tiene afinidad a hospedarse tanto en las arvenses como en las plantas de maíz; además que *P. hysterophorus*, *Zea mays* Linneus, 1753 y *Sorghum halepense* Persoon, 1805 juegan un papel determinante en la reproducción y desarrollo al proveer polen y aumentar su fecundidad en combinación con el consumo de áfidos. En el caso específico de *C. sanguinea*, al ser consumidora de polen floral, las arvenses son su fuente principal de obtención (Bahena-Juárez 2008).

De los coccinélidos reportados, la única especie fitófaga encontrada fue *E. varivestis* llamada “conchuela del frijol”, considerada una plaga agrícola (Castrejon-Antonio *et al.*, 2017), el resto son consideradas controladores de insectos en maíz (Bahena-Juárez, 2008). Por ejemplo *C. cacti*, *H. convergens*, *C. sanguinea* depredan al gusano cogollero (*S. frugiperda*) (Hernández-Trejo *et al.*, 2018, Ávila-Rodríguez *et al.*, 2023) y *C. sanguinea*, *H. convergens*, *O. v-nigrum* y *Scymnus*

spp., controlan pulgones, áfidos y psílidos (Bahena-Juárez, 2008). Además, existen investigaciones sobre la importancia de los coccinélidos en el control de plagas en otros cultivos. Vanegas-Rico *et al.* (2010) reportaron a *C. cacti* como depredador de cochinillas silvestres en nopal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896) y del ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica* Hirst, 1924) (Machkour-M'Rabet *et al.*, 2015). *Cycloneda sanguinea* controla poblaciones de *Aphis craccivora* Koch, 1854, y *Aphis gossypii* Glover, 1877 en cultivos de algodón (Fernandes *et al.*, 2018) y junto con *H. convergens* son los principales controladores de *Melanaphis sacchari* Zehnter, 1897 en sorgo (Provisor-Bermudez & López-Martínez, 2016). En cítricos *C. sanguinea*, *C. cacti* y *O. v-nigrum* son depredadores de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Lozano-Contreras *et al.*, 2012). Salas-Araiza *et al.* (2020) reportaron a *H. convergens* y *Scymnus* spp. como los principales depredadores de insectos plaga en fresa (Tabla 9).

**Tabla 9** - Coccinélidos en maíz y otros cultivos y su coincidencia con las especies reportadas en el presente trabajo. <sup>a</sup> - Zambrano-Mero *et al.* (2024), <sup>b</sup> - Ávila-Rodríguez *et al.* (2023), <sup>c</sup> - Gregorio-Bailon *et al.* (2022), <sup>d</sup> - Rodríguez-Vélez *et al.* (2021) <sup>e</sup> - Bahena-Juárez y Cortez-Mondaca (2015), <sup>f</sup> - Bahena-Juárez (2008), <sup>g</sup> -Rodríguez-Palomera *et al.* (2015), <sup>h</sup> - Lara *et al.* (2022), <sup>i</sup> - Cambero-Nava *et al.* (2018) <sup>j</sup> - Cham *et al.* (2017) <sup>k</sup> - Rodríguez-Vélez *et al.* (2022), <sup>l</sup> - de Erice-Zúñiga *et al.* (2000), <sup>m</sup> - Tillman y Cottrell (2012), <sup>n</sup> - Rodríguez-del Bosque *et al.* (2018).

Cultivo	<i>Sorghum bicolor</i> L. <sup>n</sup>	x	x	x	x
	<i>Gossypium hirsutum</i> L. <sup>m</sup>		x	x	
	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> <sup>l</sup>		x		

Familia	Subfamilia	Especie	<i>Zea mays</i> L. <sup>a, b, c, d, e, f</sup>	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. <sup>g</sup>	Cítricos <sup>b, i</sup>	<i>Annona muricata</i> L. <sup>j</sup>	<i>Saccharum officinarum</i> L. <sup>k</sup>	
Coccinellidae	Coccinellinae Latreille, 1807	<i>C. cacti</i> L.	X	X	X			
		<i>C. sanguinea</i> L.	X	X	X	X		
	Scymninae Mulsant, 1846	<i>E. varivestis</i> M.	X					X
		<i>H. convergens</i> G. M.	X	X	X	X	X	X
		<i>O. v-nigrum</i> M.	X	X	X	X	X	X
		<i>S. horni</i> G.	X	X	X	X	X	X
	<i>S. loewii</i> M.	X		X			X	

El presente trabajo se suma al conocimiento sobre los coccinélidos y su interacción con las arvenses en el agroecosistema del maíz tanto a nivel local como nacional, logrando el reporte de seis especies más en el estado de Aguascalientes. Sin embargo, es necesario continuar con las investigaciones añadiendo otros métodos de colecta, de forma que se pueda ampliar el número de especies como las trampas cromáticas o de succión (Zambrano-Mero *et al.* 2024) y analizar a

mayor detalle del papel de las arvenses en el ciclo de vida de los coccinélidos para promover su presencia en los cultivos y que la dependencia a los agroquímicos disminuya.

### 7.5. Literatura citada

- Altieri, M., Anderson, M. K., Merrick, L. C. (1987). Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*, 1 (1), 49–58. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2386126> (consultado 3 mayo 2024).
- Altieri, M., van-Schoonhoven, A., Doll, J. (1977). The ecological role of weeds in insect pest management systems: A review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. *Tropical Pest Management*, 23 (2), 195–205. <http://dx.doi.org/10.1080/09670877709412428>
- Ávila-Rodríguez, V., Nava-Camberos, U., Czaja, A., Estrada-Rodríguez, J. L., García-de la Peña, M. C., Hernández-Arreola, A. L., Rivera-Zamarripa, A. D., Ramírez-Aguillón, D., Reyes-Muñoz, J. L. (2023) Diversidad de insectos en maíz en la Comarca Lagunera, México. *Southwestern Entomologist*, 48 (1), 203–211. <https://doi.org/10.3958/059.048.0120>
- Bahena-Juárez, F. (2008) *Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Libro Técnico Núm. 5.* SAGARPA-INIFAP, México, 180 pp.
- Bahena-Juárez, F. Cortez-Mondaca. (2015) Gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Pp. 181–250. En: Arredondo-Bernal, H. C., Rodríguez-del Bosque (Eds.). *Casos de Control Biológico en México*. Vol. 2. Biblioteca Básica de Agricultura, México.
- Blackwelder, R. E. (1944) Checklist of the coleopterous insects of México, Central America, The West Indies, and South America. Part 2. *Smithsonian Institution United States National Museum*, Bulletin 185, 189–341.
- Blanco-Valdes, Y. (2016) The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. *Cultivos Tropicales*, 37 (4), 34–56. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. (2001) *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 1406 pp.
- Camero-Nava, K. G., Rodríguez-Palomera, M., Camero-Ayón, C. B., Camero-Campos, O. J., De Dios-Ávila, N., Estrada-Virgen, M. O. (2018) Especies de coccinélidos

- (Coleoptera: Coccinellidae) presentes en el cultivo de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Xalisco, Nayarit, México. *Entomología Mexicana*, 5, 375–379.
- Castrejon-Antonio, J. E., Nuñez-Mejia, G., Iracheta, M. M., Gomez-Flores, R., Tamayo-Mejia, F., Ocampo-Hernández, J. A., Tamez-Guerra, P. (2017) *Bauveria bassiana* blastospores produced in selective medium reduce survival time of *Epilachna varivestis* Mulsant larvae. *Southwestern entomologist*, 42 (1), 203–220. <http://doi.org/10.3958/059.042.0119>
- Cerros-Tlatilpa R., Siqueiros-Delgado M. E., Skendzic E. M. (2015). El género *Chloris* Sw. (Poaceae Chloridoideae) en México. *Acta Botanica Mexicana*, 112, 95–147. <https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1091>
- Cham, A. K., Cambero-Campos, J., Luna-Esquivel, G., Rios-Velasco, C., Robles-Bermúdez, A., Rodríguez-Palomera, M. (2017) Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociados al cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en Nayarit, México. Memorias del XL Congreso Nacional de Control Biológico. Mérida, Yucatán, México, 90–94.
- Chikoye, D., Schulz, S., Ekeleme, F. (2004) Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Protection*, 23 (10), 895–900. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.01.013>
- Cortéz, H., Trujillo, J. (1994) Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres ecosistemas de maíz. *Turrialba*, 44 (1), 1–9.
- de Erice-Zúñiga, E. V., Delgado-Saldívar, L., Escoto-Rocha, J. (2000) Entomofauna asociada al cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en la localidad Medio Kilo, estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 22, 6–10.
- de la Cerda-Lemus, M. *Familia Euphorbiaceae en el Estado de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, 267 pp.
- de la Cerda-Lemus, M. *Malezas de Aguascalientes*. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 173 pp.
- Escoto-Rocha, J., Escoto-Moreno, J. A., Tafoya, F., Delgado-Saldívar, L., Villalobos-Jiménez, G. J. (2019) Riqueza entomofaunística de la estación biológica Agua Zarca. Pp. 72–101. *En: Universidad Autónoma de Aguascalientes (Eds.) Biodiversidad de la estación biológica Agua Zarca*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Disponible en: [https://editorial.uaa.mx/docs/biodiversidad\\_estacion\\_biologica\\_agua\\_zarca.pdf](https://editorial.uaa.mx/docs/biodiversidad_estacion_biologica_agua_zarca.pdf)

- Esposito, M., Westbrook, A. S., Maggio, A., Cirillo, V., DiTommaso, A. (2023) Neutral weed communities: the intersection between crop productivity, biodiversity, and weed ecosystem services. *Weed Science*, 71 (4), 301–311. <https://doi.org/10.1017/wsc.2023.27>
- Fernandes, F. S., Godoy, W. A. C., Ramalho, F. S., Malaquias, J. B., Santos, B. D. B. (2018) The behavior of *Aphis gossypii* and *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) and their predator *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) in cotton-cowpea intercropping systems. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 90 (1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.1590/001-3765201820160212>
- Fernández, J. L. (2002) Nota corta: estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz. *Investigación Agronómica*, 17 (3), 467–474.
- Freeman-Long, R., Corbett, A., Lamb, C., Reberg-Horton, C., Chandler, J., Stimann, M. (1998) Beneficial insects move from flowering plants to nearby crops. *California Agriculture*, 52 (5), 23–26. <https://doi.org/10.3733/ca.v052n05p23>
- García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., Cortez-Mondaca, E. (2012) Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximanai*, 8 (3), 55–70.
- García-Regalado, G. (2005) *Asteraceae: las Compuestas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, 380 pp.
- Giorgi, J. A., Vanderberg, N. J., McHugh, J. V., Forrester, J. A., Ślipiński, S. A., Miller, K. B., Whiting, M. F. (2009) The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control*, 51 (2), 215–231. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.019>
- González-González, C., Lara-García, T., Jardón-Barbolla, L., Benitez, M. (2020) Linking coleopteran diversity with agricultural management of maize-based agroecosystems in Oaxaca, Mexico. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 590720. <https://doi.org/10.3389/fsusfs.2020.590720>
- Gordon, R. D. (1985) The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 93 (1), 1–912.
- Gordon, R. D., Vanderberg, N. (1991) Field guide to recently introduced species of Coccinellidae (Coleoptera) in North America, with revised key of North America genera of Coccinellini. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93 (4), 845–867.



- Gregorio-Bailon, A., Mendoza, F. L., Solis, L., Velasquez, J., Montes, K., Perla-Gutiérrez, D. R., Kondo, T., Chirinos, D. T. (2022) Endemic and invasive Coccinellidae associated with maize (*Zea mays* L.) fields, in Manabi province, Ecuador. *Folia Oecologica*, 49 (1), 35–41. <https://doi.org/10.2478/foecol-2022-0004>
- Grimau, L., Gómez M., Figueroa, R., Pizarro, R., Núñez, G., Montenegro, G. (2014) The importance of weeds as melliferous flora in central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41(3), 387–394. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000300011>
- Grundy, A. C., Mead, A., Bond, W., Clark, G., Burston, S. (2010) The impact of herbicide management on long-term changes in the diversity and species composition of weed populations. *Weed Research*, 51, 187–200.
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J.A., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S. E., Rodríguez-Herrera, R. (2018) Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agroproductividad*, 11 (1), 9–14.
- Hernández-Villa, V., Vibrans, H., Uscanga-Mortera, E., Aguirre-Jaimes, A. (2020) Floral visitors and pollinator dependence are related to floral display size and plant height in native weeds of central Mexico. *Flora*, 262, 151505. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151505>
- INEGI. (2017) Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 2 enero 2022).
- INEGI. (2020) Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=01#collapse-Resumen> (consultado 23 enero 2023).
- Kleiman, B., Koptur, S., Jayachandran, K., (2021) Beneficial interactions of weeds and pollinators to improve crop production. *Journal of Research in Weed Science*, 4 (2), 151–164. <http://dx.doi.org/10.26655/JRWEEDSCI.2021.2.2>
- Landis, D. A., Menalled, F. D., Costamagna, A. C., Wilkinson, T. K. (2015) Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes. *Weed Science*, 53 (6), 902–908. <http://doi.org/10.1614/WS-04-050R1.1>

- Lara, L. A., Godínez-Cortés, S., Torres, R. I., Padrón-Torres, E., Reyes, J., González-González, F. A., Hernández, V., González-Nieto, E. D., Hernández, H. (2022) Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociados a cítricos del centro-sur de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (N. S.), 38 (1), 1–10. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812454>
- Lozano-Contreras, M. G., Jasso-Argumedo, J. (2012) Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. *Fitosanidad*, 16 (1), 5–11.
- Machkour-M'Rabet, S., Ferral-Piña, J., Henaut, Y. (2015) *Chilocorus cacti* (Coleoptera: Coccinellidae) a potential natural enemy for the red palm mite in Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (N. S.), 31 (3), 512–517. <https://doi.org/10.21829/azm.2015.3131102>
- Mascorro-de Loera, R. D., Sosa-Ramírez, J., Luna-Ruíz, J. J., Perales-Segovia, C., Cabrera-Manuel, F. (2023) Arvenses en cultivos de maíz de temporal en las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 102 (1), 234–255. <https://doi.org/10.17129/botsci.3362>
- Mshavakure, N., Mashingaidze, A. B., Musundire, R., Gandiwa, E., Thierfelder, C., Muposhi, V. K. (2019) Beetle and maize yield response to plant residue application and manual weeding under two tillage systems in northern Zimbabwe. *Applied Soil Ecology*, 144, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.07.016>
- Mera, L. M., Alvarado R., Basurto, F., Bye R., Castro, D., Evangelista, V., Mapes, C., Martínez, M. A., Molina, N., Saldivar, J. (2005) De quelites me como un taco. *Ciencias*, 77, 36–38. Disponible en: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/11980> (consultado 23 mayo 2024)
- Milán-Vargas, O. (2010) Los coccinélidos benéficos en Cuba. Historia y actividad entomófaga. *Fitosanidad*, 14 (2), 127–135.
- Moreira, E. F., Boscolo, D., Viana, B. F. (2015) Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. *PloS One*, 10, 1–19. <https://doi.org/10.13371/journal.pone.0123628>
- Murillo, H. (2014) Depredación de huevos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en algodón y maíz en El Espinal, Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (1), 63–66.

- Naranjo-Acosta, J., Díaz-Mesa, D. C., Melo-Cerón, C. I., Manzano, M. R. (2022) Depredación, reproducción y desarrollo de la catarina *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista de Biología Tropical*, 70, 621–635. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.2022.48371>
- Obrycki, J. J., Kring, T. T. (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Reviews of Entomology*, 58, 839–845. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.295>
- Penagos, D. I., Magallanes, R., Valle, J., Cisneros, J., Martínez, A. M., Goulson, D., Chapman J. W., Caballero, P., Cave, R. D., Williams, T. (2003) Effects of weeds on insect pests of maize and their natural enemies in Southern Mexico. *International Journal of Pest Management*, 49 (2), 155–161. <https://doi.org/10.1080/0967087021000043111>
- Prescott, K. K., Andow D. A. (2015) Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) communities in soybean and maize. *Environmental Entomology*, 45 (1), 74–82. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv154>
- Provisor-Bermudez, Y., López-Martínez, V. (2016) Primer registro de *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguinea* en sorgo, en Morelos, México. *Acta agrícola y pecuaria*, 2 (2), 51–53.
- Rodríguez-del Bosque, L. A., Rodríguez-Vélez, B., Sarmiento-Cordero, M. A., Arredondo-Bernal, H. C. (2018) Natural enemies of *Melanaphis sacchari* on grain sorghum in Northeastern Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43 (1), 277–279. <http://doi.org/10.3958/059.043.0103>
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Luna-Esquivel, G., Robles-Bermudez, A., Carvajal-Cazola, C., Santillán-Ortega, C. (2015) Fluctuación poblacional y especies de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociadas al cultivo de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Nayarit, México. *Entomología Mexicana*, 2, 306–311.
- Rodríguez-Vélez, J. M., Rodríguez-Vélez, B., Sarmiento-Cordero, M. A., Arredondo-Bernal, H. C. (2021) Riqueza de especies de coccinélidos presentes en maíz en Colima, México. *Southwestern Entomologist*, 46 (3), 759–764. <https://doi.org/10.3958/059.046.0317>
- Salas-Araiza, M. D., Martínez-Jaime, O. A., Díaz-García, J. A., Flores-Mejía, S., Guzmán-Mendoza, R., Salazar-Solis, E. (2020) Biological control of insect pests of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) in Irapuato, Guanajuato, Mexico. *Horticulture International Journal*, 4 (4), 147–154. <https://doi.org/10.15406/hij.2020.04.00175>

- SIAP. (2023) *Estadística de la Producción Agrícola de 2022*. Disponible en: [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/) (consultado 16 mayo 2023).
- Siqueiros-Delgado, M. E. (1996) *Leguminosas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, 193 pp.
- Siqueiros-Delgado, M. E., García-Regalado, G., Macías-Flores, C., Rosales-Carrillo, O. (2011) *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, 172 pp.
- Siqueiros-Delgado ME, Murillo-Pérez G, Sierra-Muñoz JC, Martínez-Ramírez J. (eds.) (2020) *Flora Dicotiledónea de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8782-12-3>. ISBN: 978-607-8782-12-3
- SMN (2023) Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Consultado 7 septiembre 2023).
- Thiers, B. (2019). *Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado 2 octubre 2022).
- Tillman, P. G., Cottrell, T. E. (2012) Incorporating a sorghum habitat for enhancing lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in cotton. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2012/150418>
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N. (2019) La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. Pp. 61–78. *En: M. V. Camejo-Pereira, F. K. Dal-Soglio (Eds.). A Conservação das Sementes Crioulas: Uma Visão Interdisciplinar da Agrobiodiversidade*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil.
- Vanegas-Rico, J. M., Lomeli-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Mora-Aguilera, G., Valdez J. M. (2010) Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26 (2), 415–433. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262718>
- Vibrans, H. (2016) Ethnobotany of Mexican Weeds. Pp. 287–319. *En: R. Lira, A. Casas, J. Blancas (Eds.). Ethnobotany of Mexico*. Springer, EUA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_12)

Zambrano-Mero, J. D., Vega-Lucas, N. E., Solís-Bowen, L. A., Chirinos-Torres, D. T., Perla-Gutiérrez, D. R., Delgado-Párraga, A. G., Peñaherrera-Villafuerte, S. L. (2024) Prospección de los coccinélidos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Siembra*, 11 (1), e6021. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.6021>



## **8. CAPÍTULO 6 – INCIDENCIA DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) Y ABUNDANCIA DE COCCINÉLIDOS EN CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL LLANO, AGUASCALIENTES**

### **8.1. Introducción**

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), es una de las plagas más destructivas que afectan al cultivo de maíz en México (Bautista, 2006). Originario de las regiones tropicales y subtropicales de América, pero que actualmente está presente en África y Asia, debido al comercio internacional de maíz y otros cereales (Goergen et al., 2016), es un desafío para la agricultura a nivel mundial (Harrison et al., 2019). Su ciclo de vida comprende cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto, siendo su última fase de desarrollo la que causa mayor daño a los cultivos y los afecta hasta los 40 días de edad (Covarrubias-Dimas et al. 1998). A medida que crecen, las larvas se dispersan y penetran en el cogollo de la planta, donde se alimentan vorazmente, causando daños severos. La etapa de pupa se desarrolla en el suelo, y después de aproximadamente 10 días, emerge el adulto, listo para iniciar un nuevo ciclo de vida (Williams et al., 1983; Hardke et al., 2015). En caso de que no haya un control efectivo, y dependiendo de factores climáticos y prácticas agrícolas (Juárez et al., 2017), el gusano cogollero puede ocasionar pérdidas que oscilan entre el 20% y el 50%, dependiendo de la severidad de la infestación y de las prácticas de manejo implementadas (Silva et al., 2017)

El principal medio de control del gusano cogollero en el cultivo de maíz es a través de la aplicación de insecticidas. En México se aplican hasta 2,600 toneladas anuales para su control; sin embargo su uso tiene consecuencias, por ejemplo la eliminación de organismos no blanco, contaminación de suelo y aumento de costos de producción (Cortéz-Mondaca et al. 2012). En los últimos años se están desarrollando técnicas que enaltecen los insectos depredadores y parasitoides conocidas como control biológico (Cruz et al., 2012).

Los coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae), llamadas comúnmente como catarinas o mariquitas, es un grupo de coleópteros que cuenta con alrededor de 6,000 especies descritas en el mundo (Gordon, 1985) y 180 en México (Blackwelder, 1944) cuyo uso como control biológico se ha extendido en cultivos de importancia económica (Milán-Vargas, 2010) debido a su

comportamiento como depredadores generalistas (Obrycki & Kring, 1998; Giorgi *et al.*, 2009). Actualmente, existen investigaciones que han identificado la riqueza de coccinélidos en cultivos de maíz (Bahena-Juárez, 2008; Bahena-Juárez y Cortez-Mondaca 2015; Rodríguez-Vélez *et al.* 2021; Gregorio-Bailon *et al.* 2022, Ávila-Rodríguez *et al.* 2023; Zambrano-Mero *et al.* 2024) y otros donde las identifican como unas de las principales depredadoras de los insectos plaga (Cortéz & Trujillo, 1994; García-Gutiérrez *et al.*, 2012; Murillo, 2014; Hernández-Trejo *et al.*, 2018; González-González *et al.*, 2020) (Tabla 10).

**Tabla 10** – Riqueza de coccinélidos asociados a cultivos de maíz. a. Zambrano-Mero *et al.* (2024); b. Ávila-Rodríguez *et al.* (2023); c. Gregorio-Bailon *et al.* (2022), d. Rodríguez-Vélez *et al.* (2021), e. Bahena-Juárez y Cortez-Mondaca (2015), f. Bahena-Juárez (2008), g. Cortéz & Trujillo (1994), h. García-Gutiérrez *et al.* (2012), i. Hernández-Trejo *et al.* (2018).

Especie	Referencia
<i>Azya orbiger a ecuadorica</i> Gordon	a
<i>Azya sp.</i>	c
<i>Brachiacantha bistrispustulata</i>	d,
Hyperaspini	
<i>Brachiacantha darlene</i> Dejean	c,
<i>Cheilomenes sexmaculata</i> Fabricius	a, c
<i>Chilocorus cacti</i> Linnaeus	h,
<i>Coleomegilla maculata</i> de Geer	b, c, e, g, h, i,
<i>Cycloneda sanguinea</i> Linnaeus	a, c, e, f, g, h
<i>Cycloneda munda</i> Say	f,
<i>Cyrea alma</i> Gordon & Canepari	a
<i>Diomus apollonia</i> Gordon	a, c
<i>Diomus roseicollis</i> Mulsant	d,
<i>Diomus sp.</i>	c, d,
<i>Epilachna difficilis</i> Mulsant	d,
<i>Epilachna varivestis</i> Mulsant	d,

---

<i>Hippodamia convergens</i>	Guérin-Méneville	a, b, c, e, f, h,
<i>Hyperapsis arida</i>		c,
<i>Hyperapsis esmeraldas</i>	Gordon y González	a,
<i>Hyperapsis festiva</i>	Mulsant	a
<i>Hyperapsis onerata</i>	Mulsant	a, c,
<i>Hyperapsis</i>	sp.	h,
<i>Mada synemia</i>	Gordon	a
<i>Olla v-nigrum</i>	Mulsant	b, e, h,
<i>Paraneda pallidula guticollis</i>	Mulsant	a, c,
<i>Pentilia insidiosa</i>	Mulsant	c,
<i>Psyllobora confluens</i>	Fabricius	a, c,
<i>Rodolia cardinalis</i>	Mulsant	a
<i>Scymnobi</i>	sp. 1	d,
<i>Scymnobi</i>	sp. 2	d,
<i>Scymnus</i>	sp.	e, h,
<i>Scymnus (Pullus) louisiana</i>	e Chapin	d,
<i>Scymnus (Pullus) pictilis</i>	Gordon	d
<i>Scymnus (Pullus) tenebrosus</i>	Mulsant	d,
<i>Scymnus (Pullus) huachuca</i>	Gordon	d
<i>Symnus cerinotum</i>	Gordon	a
<i>Selvadius maderi</i>	Nunenmacher	d,
<i>Tenuisvalvae bromelicola</i>	Sicard	a, c,

---

En el estado de Aguascalientes, el 75 % de la superficie se destina al cultivo de maíz forrajero de temporal (SIAP, 2023). Sin embargo, solo dos trabajos reportan especies de coccinélidos (de Erice-Zúñiga *et al.*, 2000; Escoto-Rocha *et al.*, 2019). Además, existen pocos estudios sobre la incidencia del gusano cogollero en maíz en Aguascalientes (Ramos-Gourcy *et al.* 2022). Los objetivos del presente trabajo fue determinar la incidencia del gusano cogollero (*Spodoptera*



*frugiperda*) y la abundancia de coccinélidos en cultivos de maíz de temporal en el Llano, Aguascalientes y analizar si existe correlación significativa.

## 8.2. Materiales y Métodos

El estado de Aguascalientes cuenta con una extensión de 5,616 km<sup>2</sup> representando aproximadamente el 0.3 % del territorio nacional. Se ubica en la zona centro norte del país (21° 37' 20" y 22° 27' 35" N, 101° 50' 07" y 102° 52' 27" O) colindando al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sureste y sur con Jalisco (INEGI, 2017). El estudio se llevó a cabo en localidad de "La Luz" (LL) en el municipio de El Llano (21° 59' 56" N, 101° 59' 45" O, 2,030 msnm), cuenta con clima BS1K – semiseco templado con lluvias en verano (INEGI, 2017) y su actividad económica principal consiste en la crianza de animales, principalmente ovino y porcino (INEGI 2020). Con previa autorización por los dueños, las colectas se realizaron entre los meses agosto y octubre de 2021 en cinco sitios de muestreo cultivados con maíz de temporal con tres repeticiones periódicas cada ocho días en promedio.

Los coccinélidos se recolectaron con red entomológica y manualmente (Cambero-Nava *et al.*, 2018; Lara *et al.*, 2022). Se realizaron 100 golpes de red por muestreo (Ávila-Rodríguez *et al.*, 2023) en zig-zag Durante la colecta manual se revisaron hojas y tallos de las arvenses (González-González *et al.*, 2020). Los ejemplares se colocaron en frascos de plástico con alcohol étílico al 80 % etiquetados con fecha, sitio y forma de colecta para su posterior identificación en el Laboratorio de Parasitología Agrícola del Centro de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) utilizando las claves dicotómicas de Gordon (1985) y Gordon y Vanderberg (1991). Las fotografías se realizaron en la Colección Zoológica de la UAA con estereoscopio marca Leica™ Modelo EZ4HD y se editaron con el programa PROCREATE™.

Para determinar el grado de infestación se utilizó la metodología de cinco de oros, propuesta por Martínez-Martínez *et al.*, (2019). Consiste en considerar los cuatro extremos y la parte central de la parcela. En cada punto se evalúan 20 plantas hasta evaluar un total de 100. Se registró el número de gusanos cogolleros por planta y se obtuvo el porcentaje de infestación.

Con el uso del software R (R Core Team 2022, versión 2.14) se realizaron análisis de correlación de Pearson (Heindorf *et al.* 2019) entre la incidencia y abundancia de coccinélidos, para determinar si existe correlación significativa.

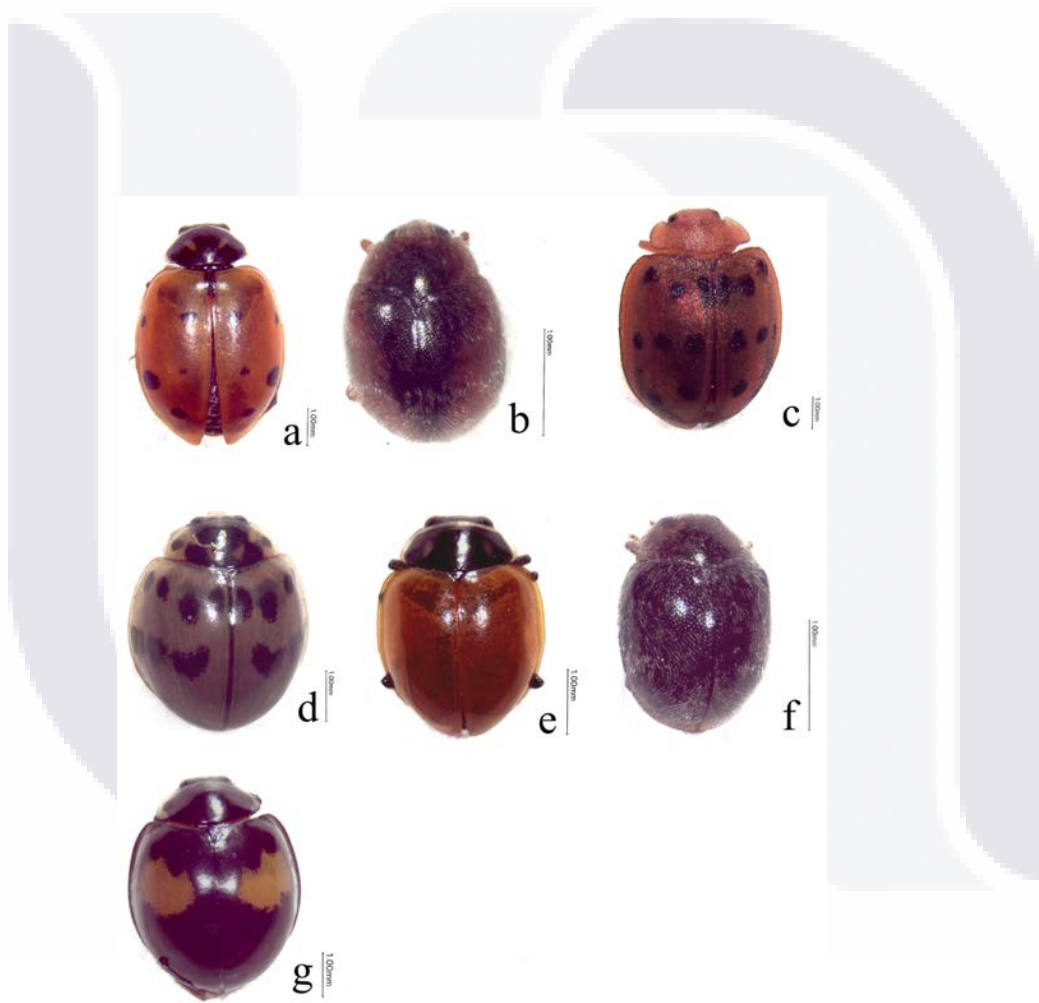
### 8.3. RESULTADOS

Se recolectaron 450 especímenes adultos de la familia Coccinellidae representados en una familia, dos subfamilias, seis géneros y siete especies (Tabla 11; Figura 10). De los coccinélidos identificados, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, 1842 es la única ya reportada para el estado de Aguascalientes, siendo *Chilocorus cacti* Linnaeus, 1767, *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763, *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850, *Olla v-nigrum* Mulsant, 1866, *Scymnus horni* Gorham, 1897 y *Scymnus loewii* Mulsant, 1850, nuevos registros. *Hippodamia convergens* fue el coccinélido más abundante con 378 ejemplares, seguido por *C. sanguinea* con 63. En el caso de *C. cacti* y *S. horni* se colectó solo un ejemplar (Tabla 11).

**Tabla 11** -Riqueza de especies de la familia Coccinellidae recolectados en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes, México.

Familia	Subfamilia	Especie	Abundancia de coccinélidos por sitio de muestreo					Total
			Sitio	Sitio	Sitio	Sitio	Sitio	
			1	2	3	4	5	
Coccinellidae	Coccinellinae Latreille, 1807	<i>Chilocorus cacti</i> L.**					1	1
		<i>Cycloneda sanguinea</i> L.**	18	15	10	13	7	63
		<i>Epilachna varivestis</i> M.**			1	1		2
		<i>Hippodamia convergens</i> G.	124	72	62	41	79	378
		M.*						

	<i>Olla v-nigrum</i>		1	1		2
	M.**					
	<i>Scymnus horni</i>		1			1
Scymninae	G.**					
Mulsant, 1846	<i>Scymnus loewii</i>			1	1	1
	M.**					3
<b>Total</b>						<b>450</b>



**Figura 10** -Especies de coccinélicos en cultivos de maíz de temporal en El Llano, Aguascalientes. Vista superior de los ejemplares adultos: **a.** *H. convergens* G. M. **b.** *S. loewii* M. **c.** *E. varivestis* M. **d.** *O. v-nigrum* M. **e.** *C. sanguinea* L. **f.** *S. horni* G. **g.** *C. cacti* L.

En referencia a la incidencia del gusano cogollero, se observó una tendencia a la baja conforme se realizaron los muestreos. En general, el porcentaje de infestación estuvo entre cuatro y 22 %

y la abundancia de coccinélidos entre siete y 60 ejemplares (Tabla 12). El análisis de correlación de Pearson arrojó que existe correlación negativa y significativa ( $r = -0.6409$ ,  $P = 0.01$ ) entre la incidencia por gusano cogollero (Figura 11) y la abundancia de coccinélidos (Figura 12), significando que los coccinélidos cumplen una función de control biológico sobre el gusano cogollero.

**Tabla 12** – Incidencia por gusano cogollero y abundancia de coccinélidos en El Llano, Aguascalientes.

Sitio muestreo	Visita	Incidencia (%)	Abundancia coccinélidos
1	1	8	33
	2	17	50
	3	7	60
2	1	12	12
	2	8	33
	3	4	45
3	1	15	8
	2	10	38
	3	4	29
4	1	18	10
	2	17	10
	3	9	36
5	1	22	7
	2	10	37
	3	5	44



**Figura 11** -Fotografías de *Spodoptera frugiperda* tomadas durante los muestreo.



**Figura 12** -Fotografías de coccinélidos tomadas durante los muestreos

#### 8.4. Discusión

El gusano cogollero es considerada la plaga de mayor importancia en el país; sin embargo, la incidencia en los sitios analizados no rebasa el 25 %, porcentaje propuesto para suponer un control químico del mismo, es decir la aplicación de insecticidas (Vélez et al. 2021). Además, durante el ciclo agrícola en que se realizaron los muestreos, se presentaron lluvias atípicas comparadas con 2020 (SMN 2023), de forma que los campesinos no tuvieron acceso a las parcelas y por ende, no hubo aplicación de agroquímicos para el control de plagas en general, permitiendo el libre desarrollo del cultivo con todas las interacciones intra e interespecíficas.

La única especie fitófaga encontrada fue *E. varivestis* llamada “conchuela del frijol”, considerada una plaga agrícola (Castrejon-Antonio et al., 2017). *Chilocorus cacti*, *H. convergens* y *C. sanguinea* son depredadoras del gusano cogollero (Hernández-Trejo et al., 2018, Ávila-Rodríguez et al., 2023), sin embargo, todas las especies reportadas, con excepción de *E.*

*varivestis*, son controladores de plagas en maíz (Bahena-Juárez, 2008). Existen estudios sobre otras especies de coccinélidos en donde se evalúa la capacidad depredadora sobre el gusano cogollero. Di et al. (2021) reportaron que la capacidad de *Harmonia axydiris*, especie originaria de Asia, es del consumo de 130.73 huevos de gusano cogollero por día. En otro estudio, *Coccinela stepunctata* tuvo rangos de depredación de 233.1 larvas en primer instar por día y 41.2 de larvas en segundo instar (Kong et al. 2019). Murillo (2014) detectó que la depredación de huevos fue entre 22.2 y 77.5 %, siendo *Coleomegilla maculata* el coccinélido identificado como responsable.

El presente trabajo abona al conocimiento sobre los coccinélidos en cultivos de maíz y la incidencia de gusano cogollero. En el caso de este trabajo es el primer reporte de seis especies para el estado de Aguascalientes. Si bien el resultado estadístico es significativo donde vincula la disminución de la incidencia del gusano cogollero y la abundancia de coccinélidos, se requiere un análisis a profundidad con métodos que permitan determinar los porcentajes de depredación, así como el análisis de los demás organismos depredadores o parasitoides del gusano cogollero (Salas-Araiza, 2018) y organismos entomopatógenos (virus, bacterias, hongos, nemátodos) (Abbas et al. 2022) que influyen en su control.

### 8.5. Literatura citada

- Abbas, A., Ullah, F., Hafeez, M., Han, X., Nain-Dara, M. Z., Gul, H., Zhao, C. R. (2022). Biological control of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Insects*, 12 (11), 2704. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112704>
- Ávila-Rodríguez, V., Nava-Camberos, U., Czaja, A., Estrada-Rodríguez, J. L., García-de la Peña, M. C., Hernández-Arreola, A. L., Rivera-Zamarripa, A. D., Ramírez-Aguillón, D., Reyes-Muñoz, J. L. (2023) Diversidad de insectos en maíz en la Comarca Lagunera, México. *Southwestern Entomologist*, 48 (1), 203–211. <https://doi.org/10.3958/059.048.0120>
- Bahena-Juárez, F. (2008) *Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos*. Libro Técnico Núm. 5. SAGARPA-INIFAP, México, 180 pp.

- Bahena-Juárez, F. Cortez-Mondaca. (2015) Gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Pp. 181–250. *En: Arredondo-Bernal, H. C., Rodríguez-del Bosque (Eds.). Casos de Control Biológico en México. Vol. 2. Biblioteca Básica de Agricultura, México*
- Bakry, M. M. S., Abdel-Baky, N. F. (2023). Impact of the fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) infestation on maize growth characteristics and yield loss. *Brazilian Journal of Biology*, 84 (1), 1-16. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.274602>
- Bautista, M. N. (2006). Insectos plaga. Una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México. 113pp. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano\\_cogollero\\_en\\_maiz\\_y\\_arroz.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_maiz_y_arroz.pdf)
- Blackwelder, R. E. (1944) Checklist of the coleopterous insects of México, Central America, The West Indies, and South America. Part 2. *Smithsonian Institution United States National Museum, Bulletin* 185, 189–341.
- Cortéz, H., Trujillo, J. (1994) Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres ecosistemas de maíz. *Turrialba*, 44 (1), 1–9.
- Cortéz-Mondaca, E., Pérez-Márquez, J., Bahena-Juárez, F. (2012) Control biológico natural del gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz y en sorgo, en el norte de Sinaloa, México). *Southwestern entomologist*, 37 (3), 423-428. <https://doi.org/10.3958/059.037.0320>
- Covarrubias-Dimas, C. A., Ruíz-Cancino, E., Hernández-Aguilar, S. G., Coronado-Blanco, J. M. (1998). Control biológico natural del gusano cogollero. *Revista de la Universidad UAT*, 60, 50-53.
- Cruz, I., & Turpin, F. T. (2012). Effect of *Spodoptera frugiperda* on different growth stages of corn. *Journal of Economic Entomology*, 75(1), 236-241.



de Erice-Zúñiga, E. V., Delgado-Saldívar, L., Escoto-Rocha, J. (2000) Entomofauna asociada al cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) en la localidad Medio Kilo, estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 22, 6–10.

Din, N., Zhang, K., Zhang, F., Harwood, J. D., Wang, S., Desneux, N. (2021) Predatory ability of *Harmonia axydiris* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) for suppression of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*, 12, 1063. <https://doi.org/10.3390/insects12121063>

Escoto-Rocha, J., Escoto-Moreno, J. A., Tafoya, F., Delgado-Saldívar, L., Villalobos-Jiménez, G. J. (2019) Riqueza entomofaunística de la estación biológica Agua Zarca. Pp. 72–101. En: Universidad Autónoma de Aguascalientes (Eds.) *Biodiversidad de la estación biológica Agua Zarca*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Disponible en: [https://editorial.uaa.mx/docs/biodiversidad\\_estacion\\_biologica\\_agua\\_zarca.pdf](https://editorial.uaa.mx/docs/biodiversidad_estacion_biologica_agua_zarca.pdf)

García-Gutiérrez, C., González-Maldonado, M. B., Cortez-Mondaca, E. (2012) Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximanai*, 8 (3), 55–70.

Giorgi, J. A., Vanderberg, N. J., McHugh, J. V., Forrester, J. A., Ślipiński, S. A., Miller, K. B., Whiting, M. F. (2009) The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control*, 51 (2), 215–231. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.019>

Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamo, M. (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLOS ONE*, 11(10), e0165632. <https://doi.org/10.1371/journal.pne.0165632>

González-González, C., Lara-García, T., Jardón-Barbolla, L., Benitez, M. (2020) Linking coleopteran diversity with agricultural management of maize-based agroecosystems in Oaxaca, Mexico. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 590720. <https://doi.org/10.3389/fsusfs.2020.590720>

Gordon, R. D. (1985) The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 93 (1), 1–912.

- Gordon, R. D., Vanderberg, N. (1991) Field guide to recently introduced species of Coccinellidae (Coleoptera) in North America, with revised key of North America genera of Coccinellini. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93 (4), 845–867.
- Gregorio-Bailon, A., Mendoza, F. L., Solis, L., Velasquez, J., Montes, K., Perla-Gutiérrez, D. R., Kondo, T., Chirinos, D. T. (2022) Endemic and invasive Coccinellidae associated with maize (*Zea mays* L.) fields, in Manabi province, Ecuador. *Folia Oecologica*, 49 (1), 35–41. <https://doi.org/10.2478/foecol-2022-0004>
- Hardke, J. T., Lorenz, G. M., Rogers-Leonard, B. (2015) Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) ecology in Southeastern Cotton. *Journal of Integrated Pest Management*, 6 (1). <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv009>
- Harrison, R. D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C. A. O., Schaffner, U., & van den Berg, J. (2019). Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243, 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
- Heindorf C, Reyes-Agüero JA, Van't-Hooft A, Fortanelli-Martínez J. 2019. Inter-and intraespecific edible plant diversity of the Tének milpa fields in Mexico. *Economic Botany* 4: 489-504. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09475-y>
- Hernández-Trejo, A., Osorio-Hernández, E., López-Santillán, J.A., Ríos-Velasco, C., Varela-Fuentes, S. E., Rodríguez-Herrera, R. (2018) Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Agroproductividad*, 11 (1), 9–14.
- INEGI. (2017) Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (consultado 2 enero 2022).
- INEGI. (2020) Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=01#collapse-Resumen> (consultado 23 enero 2023).

Juárez, P., Martínez, J., Rojas, F. (2017) Distribution and impact of fall armyworm in maize fields in Mexico. *Journal of Agricultural Sciences*, 15 (2), 190-202.

Kong, L., Li, Y., Wang, M., Liu, C., Mao, J., Chen, H., Zhang, L. (2019) Predation of *Coccinella septempunctata* on young larvae of *Spodoptera frugiperda*. *Chinese Journal of Biological Control*, 35 (5), 715-720. <https://doi.org/10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.05.032>

Martínez-Martínez, L., Montaña-Montaña, A., Padilla-Cortés, E., Jarquin-López, R. (2019). Daño a maíz por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) y su muestreo en Oaxaca, México. *Entomología Mexicana*, 6, 236-241.

Milán-Vargas, O. (2010) Los coccinélidos benéficos en Cuba, historia y actividad entomófaga. *Fitosanidad*, 14 (2), 127-135.

Murillo, H. (2014) Depredación de huevos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en algodón y maíz en El Espinal, Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (1), 63-66.

Obrycki, J. J., Kring, T. T. (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Reviews of Entomology*, 58, 839-845. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.295>

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (consultado enero 2022).

Ramos-Gourcy, F., García-Munguía, A. M., Vázquez-Martínez, O., Fuantos-Mendoza, J. M. (2022). Organismos entomopatógenos, control etológico y químico para el manejo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30 (36), e3380. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022863380>

Rodríguez-Vélez, J. M., Rodríguez-Vélez, B., Sarmiento-Cordero, M. A., Arredondo-Bernal, H. C. (2021) Riqueza de especies de coccinélidos presentes en maíz en Colima, México. *Southwestern Entomologist*, 46 (3), 759-764. <https://doi.org/10.3958/059.046.0317>

- Salas-Araiza, M. D., (2018). Enemigos naturales asociados con el gusano cogollero y gusano elotero en sorgo y maíz en Irapuato, Guanajuato, México. *Southwestern Entomologist*, 43 (3), 715-722. <https://doi.org/10.3958/059.043.0317>
- SIAP. (2023) *Estadística de la Producción Agrícola de 2022*. Disponible en: [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/) (consultado 16 mayo 2023).
- Silva, A., López, D., & Torres, P. (2017). Economic impact of fall armyworm on maize production in southern Mexico. *Journal of Agricultural Economics*, 68(2), 245-256.
- SMN (2023). Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Consultado 7 septiembre 2023).
- Vélez, M., Betancourt, C., Mendoza, J. (2021) Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida Metomil 90 % para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Ciencia y tecnología*, 14 (2), 33-40. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.500/>
- Williams, W. P., Davis, F. M., & Buckley, P. M. (1983). Biology and management of the fall armyworm in corn. *Journal of Agricultural Entomology*, 10(2), 157-167.
- Zambrano-Mero, J. D., Vega-Lucas, N. E., Solís-Bowen, L. A., Chirinos-Torres, D. T., Perla-Gutiérrez, D. R., Delgado-Párraga, A. G., Peñaherrera-Villafuerte, S. L. (2024) Prospección de los coccinélidos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Siembra*, 11 (1), e6021. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.6021>

## 9. CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

Las arvenses juegan un papel crucial en el agroecosistema y en los sistemas sociales. Por un lado, se complementó la lista de arvenses en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica vinculando su abundancia con factores edafológicos y climáticos. Además, se demostró la importancia que tienen las arvenses en el ciclo de vida de los coccinélidos y su papel en el control del gusano cogollero.

El análisis etnobotánico complementó la información ya existente sobre los usos de las plantas sumando registros adicionales, concluyendo que la edad y escolaridad no tienen correlación significativa con el conocimiento y uso de las arvenses. El uso principal de las arvenses es forrajero, motivo por el cual se determinó que el destino de la producción de maíz rige el manejo de estas.

Las recomendaciones es realizar muestreos periódicos durante las distintas etapas de desarrollo del maíz para entender la dinámica de las arvenses en términos de temporalidad. También es importante analizar otros factores socioeconómicos que influyan en el conocimiento etnobotánico, además de seguir trabajando con las comunidades para registrar y promover el conocimiento de las plantas en el estado, evitando así su pérdida.

Se recomienda el uso de métodos de captura de coccinélidos adicionales a la captura manual y red entomológica, buscando ampliar la lista de especies presentes en los cultivos de maíz. Realizar análisis a mayor profundidad del vínculo entre las arvenses y coccinélidos de forma que se puedan crear estrategias para su promoción y protección.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1 - Artículo Publicado en la revista Botanical Sciences



Botanical Sciences 102 (1): 234-255. 2024  
DOI: [10.17129/botsci.3362](https://doi.org/10.17129/botsci.3362)

Recibido: 14 de junio de 2023, Aceptado: 9 de octubre de 2023  
Primero en línea: 5 de diciembre de 2023

Taxonomía y Florística / Taxonomy and Floristics

#### ARVENSES EN CULTIVOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN LAS TRES PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

<sup>1</sup>RICARDO DANIEL MASCORRO-DE LOERA<sup>1</sup>, <sup>2</sup>JOAQUÍN SOSA-RAMÍREZ<sup>2\*</sup>, <sup>3</sup>JOSÉ DE JESÚS LUNA-RUIZ<sup>2</sup>,  
<sup>3</sup>CATARINO PERALES-SEGOVIA<sup>3</sup>, <sup>1</sup>FLORENCIA CABRERA-MANUEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus El Llano, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

\*Autor de correspondencia: [joaquin.sosa@edu.uag.mx](mailto:joaquin.sosa@edu.uag.mx)

#### Resumen

**Antecedentes:** Las investigaciones sobre arvenses en cultivo de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes son escasas.

**Preguntas:** ¿Qué especies arvenses se encuentran en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica en el estado de Aguascalientes? ¿Cómo es su control y manejo?

**Sitio y años de estudio:** Un sitio en cada una de las tres provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP); durante los ciclos agrícolas 2020 y 2021.

**Métodos:** Se aplicaron 30 entrevistas semiestructuradas para describir el control y manejo de arvenses. Se realizaron 48 inventarios florísticos y mismo número de muestreos para estimar riqueza e índices de diversidad de Shannon-Whiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{sp}$ ). La similitud florística se evaluó con el Índice de Jaccard ( $I_j$ ).

**Resultados:** El control de arvenses se realiza principalmente con tractor, yunta y en menor proporción herbicida. Se identificaron 128 especies, 21 introducidas. Aunque en SMO se registró mayor riqueza y diversidad, no existe diferencia significativa en la riqueza promedio entre las tres provincias ( $P > 0.05$ ), pero sí en diversidad ( $H'$ ) entre SMO con AS y CP y ( $D_{sp}$ ) entre CP y SMO ( $P < 0.05$ ). La similitud florística fue menor al 50 %.

**Conclusiones:** En el estado de Aguascalientes existe gran riqueza de arvenses en cultivos de maíz de temporal y la composición florística está diferenciada por provincia biogeográfica. Los resultados de la investigación suman al registro y conocimiento de las arvenses a nivel local y nacional.

**Palabras clave:** Agricultura, agrobiodiversidad, agroecología, especies introducidas, especies nativas, malezas.

#### Abstract

**Background:** Research on weeds in rainfed maize crops in the state of Aguascalientes is scarce.

**Questions:** What weed species are found in rainfed maize crops by biogeographic province? How are they controlled and managed?

**Study site and periods:** One site in each of the three biogeographic provinces of the state of Aguascalientes: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) and Pacific Coast (CP), 2020 and 2021.

**Methods:** Thirty semi-structured interviews were applied to describe the control and management of weeds. Forty-eight floristic inventories were carried out and the same number of sampling sites to obtain the richness and Shannon-Whiener and Simpson diversity indexes. Floristic similarity was evaluated with the Jaccard Index ( $I_j$ ).

**Results:** Weed control is carried out mainly with tractor, animals and to a lesser extent herbicide. A total of 128 species were identified, 21 of which were introduced. SMO reported higher richness and diversity. There were not significant differences in average richness between the three provinces ( $P > 0.05$ ) but there is a significant difference in diversity ( $H'$ ) between SMO with AS and CP as well as ( $D_{sp}$ ) between CP and SMO ( $P < 0.05$ ). Floristic similarity was less than 50 %.

**Conclusions:** There is a great richness of weeds in rainfed maize crops. The floristic composition is differentiated by biogeographic province in the state of Aguascalientes. This work increases records and knowledge of weeds at local and national level.

**Keywords:** Agriculture, agrobiodiversity, agroecology, introduced species, native species, non-crop species.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Las plantas arvenses crecen en campos agrícolas de forma espontánea (Bye 1981, Ramírez-Salinas & Castro-Ramírez 2011, Sánchez & Sarandón 2014, Gaba *et al.* 2016, Vibrans 2016). Juegan un papel importante como protectoras del suelo (Bye 1981) y promueven el reciclaje de nutrientes que ayudan al mantenimiento de la fertilidad del suelo (Blanco-Valdes & Leyva 2007). Son fuente de néctar y polen (Vibrans 2016), crean microclimas capaces de soportar poblaciones de componentes bióticos diversos y abundantes (Grundy *et al.* 2011, Mashavakure *et al.* 2019), influyen en la organización y funcionalidad de los agroecosistemas (Altieri 1988) y su presencia significa menor afectación a los cultivos por enfermedades, plagas y sequías (Altieri *et al.* 2012, Blanco-Valdes 2016). Las arvenses son vistas desde dos posiciones contrapuestas: la primera donde se consideran competencia para el cultivo principal (Gallandt & Weiner 2015) en la cual no son toleradas y se busca su erradicación; y en la segunda, se las integra como parte del agroecosistema y se enalteen los beneficios de su presencia (Altieri 1988, Sánchez & Sarandón 2014) tanto para la alimentación del ser humano (Bye 1981) como fuente de forraje para animales de cría (Ayala-Enríquez *et al.* 2019), combustible, material de construcción o como parte de la medicina tradicional (Caballero & Mapes 1985, Blanckaert *et al.* 2007, Paredes-Flores *et al.* 2007, Casas *et al.* 2016, Balcázar-Quiñones *et al.* 2020).

Debido a la dinámica global actual, algunas especies de plantas y animales han sido transportadas fuera de sus áreas de origen de forma intencional o accidental (CONABIO 2023), considerándose especies exóticas o introducidas con posibles consecuencias negativas sobre los ecosistemas (CBD 2010) y las arvenses no son la excepción. Actualmente se tienen registradas aproximadamente 700 especies introducidas en México, algunas se consideran de importancia debido a que ocasionan pérdidas económicas, agropecuarias, ambientales y de salud humana (Espinoza-García & Villaseñor 2017); sin embargo, existen especies que se han incorporado a las actividades económicas, gastronómicas, de cosmovisión y medicina tradicional de las comunidades del país (Vibrans 2016).

El cultivo de maíz es el principal ejemplo de un agroecosistema desarrollado en Mesoamérica desde tiempos prehispánicos (Mera *et al.* 2005); si se siembra a modo de policultivo asociado, principalmente con frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Curcubita* spp.), se conoce como milpa, agroecosistema que integra en promedio entre 20 y 30 especies incluyendo las arvenses (Toledo & Barrera-Bassols 2019).

El control y manejo de las arvenses en el cultivo se deriva principalmente de la experiencia y toma de decisiones de cada campesino con base en el conocimiento de las generaciones predecesoras (Vibrans 2016). Se realizaban prácticas de control con fuego, manualmente o con herramientas simples (Lara *et al.* 2012) como azadón, machete o bien con tracción animal como la yunta. Sin embargo a partir de la segunda mitad del siglo XX, comenzó el uso extensivo de agroquímicos y mecanización con distintos implementos agrícolas (Sonnenfeld 1992), lo que llevó a la sustitución de las herramientas tradicionales debido a los beneficios que éstas proveían como el ahorro de tiempo y eficacia en la erradicación de arvenses (Monroy-Sais *et al.* 2022). En el caso de los herbicidas, se han documentado los cambios drásticos en los cultivos tradicionales (Vigouroux *et al.* 2011, Petit *et al.* 2022), entre ellos una disminución de la diversidad de las comunidades arvenses (Chikoye *et al.* 2004) y la generación de resistencia a los mismos (Grundy *et al.* 2011).

En 2020, el maíz de temporal fue el principal cultivo en el estado de Aguascalientes y representó una superficie de 77,977 ha (78.4 %) siendo destinado principalmente para forraje (SIAP 2022). Actualmente existen investigaciones que mencionan a las arvenses de manera indirecta como “malezas” o “plantas silvestres” (de la Cerda-Lemus 2002, Barba-Ávila *et al.* 2003, García-Regalado 2007, Sierra-Muñoz *et al.* 2015, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019), siendo lo reportado por de la Cerda-Lemus (2002) el único trabajo para el estado con el registro de malezas en maíz de temporal por lo que la presente investigación busca complementar y sumar al registro y conocimiento de las arvenses en el estado de Aguascalientes. Se plantearon los siguientes objetivos: i) Describir el control y manejo de las arvenses durante el ciclo agrícola; ii) determinar la riqueza, diversidad y similitud de arvenses en cultivos de maíz de temporal por provincia biogeográfica del estado de Aguascalientes; iii) determinar el estatus migratorio de las arvenses registradas.

**Materiales y métodos**

Área de estudio. El estado de Aguascalientes se ubica en la convergencia de tres provincias biogeográficas: Sierra Madre Occidental (SMO), Altiplano Sur (AS) y Costa del Pacífico (CP) (Figura 1) con características que las diferencian como tipo de vegetación y condiciones climáticas (Espinosa *et al.* 2008, Siqueiros-Delgado *et al.* 2017). La SMO cuenta con un clima templado subhúmedo con predominancia de bosques de coníferas, encinos y pastizales; el AS presenta clima semiárido con vegetación compuesta por matorral xerófilo y pastizales y en la CP el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y vegetación de selva caducifolia y ecotono con bosques de encino y pino (Espinosa *et al.* 2008). Con base en los proyectos de investigación de biodiversidad de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la vinculación con las autoridades ejidales, se eligió una localidad representativa por provincia biogeográfica. Para la provincia de la Sierra Madre Occidental (SMO) se eligió la localidad “La Congoja” (LC) ubicada en el municipio de San José de Gracia (22° 09’ 57” N, 102° 33’ 26” O, 2,512 m snm); presenta clima tipo C(w) - templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI 2017) y su principal actividad económica consiste en la crianza de animales, mayormente ganado ovino y porcino (INEGI 2020). Para el Altiplano Sur (AS) la localidad de “La Luz” (LL) en el municipio de El Llano (21° 59’ 56” N, 101° 59’ 45” O, 2,030 m snm, cuenta con clima BS1k - semiseco templado con lluvias en verano y su actividad económica principal consiste en el cultivo o cosecha de productos agrícolas como maíz y frijol (INEGI 2020). Para la provincia Costa del Pacífico (CP) “Terrero la Labor” (TL) en el municipio de Calvillo (22° 1’ 28” N, 102° 40’ 18” O, 1,840 m snm), el clima es BS1h - semiseco semicálido con lluvia de verano y su principal actividad económica es el cultivo de maíz (INEGI 2017).

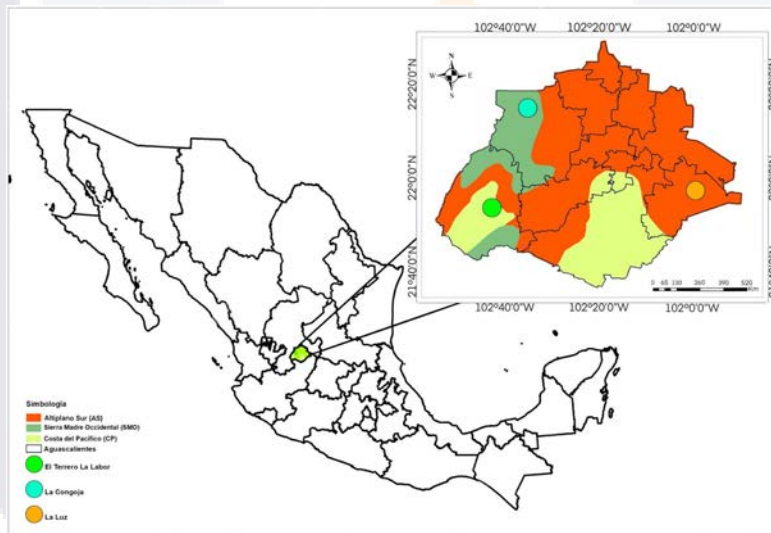


Figura 1: Provincias biogeográficas del estado de Aguascalientes y ubicación de localidades donde se ubicaron los sitios de muestreo.

*Entrevistas semiestructuradas.* Se realizaron 10 entrevistas semiestructuradas (Díaz-Bravo *et al.* 2013, Menendez-Baceta *et al.* 2015) por provincia biogeográfica durante septiembre y noviembre de 2020. Se aplicaron a agricultores dueños de parcelas con maíz de temporal elegidos de manera aleatoria y bajo muestreo dirigido (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía 2013). La entrevista se realizó con base en el Código de Ética de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (Cano-Contreras *et al.* 2016) y bajo consentimiento previo. Las preguntas estuvieron enfocadas a registrar de forma descriptiva las labores agrícolas y los métodos de control y manejo de arvenses.



**Diseño de muestreo.** Para obtener el listado florístico se realizaron 48 inventarios fitoecológicos en el mismo número de sitios de muestreo con cultivo maíz de temporal elegidos de manera dirigida (Castillo-Nonato & Chávez-Mejía 2013) y con previa autorización del dueño, diez por provincia biogeográfica durante el ciclo agrícola 2020, cinco en SMO y CP y ocho en AS durante 2021. Una vez en el sitio de muestreo, se utilizó el método área muestra homogénea de 256 m<sup>2</sup> en orden ascendente (1/64, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 256 m<sup>2</sup>) (Daget & Godron 1982, Sosa-Ramírez *et al.* 2015) y adicionalmente se registraron las especies que se observaron fuera del área de muestreo pero dentro de la parcela (Rivera-Ramírez *et al.* 2021). Además, con el fin de analizar la diversidad de arvenses se muestreó por medio de cuadrantes al azar con base en la técnica usada por Sánchez-Blanco & Guevara-Féfer (2013). Consistió en diez repeticiones al azar de un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup> (0.5 × 0.5 m) colocándolos aleatoriamente (Mueller-Dombois & Elleberg 1974) y registrando el número de individuos por especie y unidad de área.

Se colectaron y herborizaron las arvenses observadas para su posterior identificación mediante comparación con los ejemplares depositados en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA, Thiers 2019) y usando literatura especializada (Siqueiros-Delgado 1996, García-Regalado 2005, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005, de la Cerda-Lemus 2010, Siqueiros-Delgado *et al.* 2011, 2022, Cerros-Tlatilpa *et al.* 2015). Además, se consultó la colección digital del Missouri Botanical Garden (MO) (Tropicos 2018 [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)) y se corroboró el nombre de cada especie basándose en International Plant Names Index (IPNI 2023) y Global Plants ([plants.jstor.org](http://plants.jstor.org)). Se investigó el estatus migratorio de cada especie para determinar si se considera nativa o introducida, con base en la plataforma digital de malezas de México (Vibrans 2012) y lo reportado por Villaseñor & Espinosa-García (2004), Villaseñor (2016) y Sánchez-Ken (2018).

**Análisis de la información.** Se determinó la riqueza (S) y diversidad alfa por medio de los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_s$ ) para los años 2020, 2021 y promedio. Con el software R (R Core Team 2022, v. 2.14) se obtuvieron los índices de diversidad (Oksanen *et al.* 2022) por sitio de muestreo y por provincia biogeográfica; posteriormente se aplicó una prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) o Kruskal-Wallis en caso de no contar con datos con distribución normal (Fox & Weinsberg 2019), para determinar si existen diferencias estadísticas en la riqueza e índices de diversidad entre provincias por año analizado y en promedio.

Para determinar la similitud florística, se elaboraron matrices de incidencia con datos binarios de presencia-ausencia por provincia biogeográfica (Material suplementario, [Tabla S1](#)) y se obtuvo el Índice de Similitud de Jaccard ( $I_j$ ) (Jaccard 1908), el cual se basa en el número de especies comunes en dos áreas y el número total de especies. La fórmula es:  $I_j = \frac{C}{(A + B - C)} \times 100$  donde:  $I_j$  = Índice de Jaccard, C = Número de especies comunes en ambas comunidades, A = Número de especies presentes en la comunidad A y B = Número de especies presentes en la comunidad B.

## Resultados

**Labores agrícolas, control y manejo de arvenses.** La siembra de maíz de temporal se realiza entre los meses de mayo y julio, una vez que comienza la temporada de lluvias; la decisión de cuándo es el mejor día para la siembra depende directamente del campesino con base en su apreciación y experiencia. Todos los agricultores siembran semilla local. Una estrategia para no depender totalmente de la precipitación es el almacenamiento de agua en bordos, los cuales proveen de agua al cultivo con los llamados riegos de auxilio. En AS el 60 % y en SMO el 80 % de las parcelas tuvieron acceso al agua de un bordo cercano a los sitios de muestreo; en contraste, en CP no se cuenta con estrategias de almacenamiento de agua, dependiendo totalmente de la precipitación.

La siembra del maíz con otro cultivo se diferenció por provincia biogeográfica. En AS fue monocultivo; sin embargo, se practica la rotación, un año siembran maíz y al siguiente ciclo frijol (*Phaseolus* spp.) asociado con calabaza (*Curcubita* spp.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) o avena forrajera (*Avena fatua* L.). En el caso de SMO y CP no se rotan los cultivos y en el 50 % de los sitios muestreados se sembró el maíz asociado con avena (*Avena fatua* L.) o calabaza (*Cucurbita* spp.), en CP también incorporaron sorgo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). La totalidad de la producción de maíz de temporal es para forraje en las tres comunidades, ya sea para ganado propio o para venta.

Arvenses en Aguascalientes, México

En el control de arvenses, las labores comienzan previo a la siembra, utilizando medios mecánicos para su remoción con tractor y yunta. En este sentido imperó el uso de tractor en las tres provincias biogeográficas aunque en la SMO y CP todavía el 10 % utilizó yunta para tal fin. Una vez que los campesinos consideran que ya es buen momento para sembrar, se procede a la preparación de los surcos y remoción de las primeras arvenses donde se observaron dos estrategias principales: en AS se utilizó exclusivamente tractor mientras que en CP y SMO el 50 % de los campesinos utilizaron tractor y el resto yunta. Una vez sembrado, en las tres comunidades se realizan hasta dos escardas. En AS se usó tractor en el 80 % de los casos y el resto lo usó para aspersión de herbicida. En CP el 80 % utilizó la yunta y el 20 % restante tractor; sin embargo, el 50 % combina con la aplicación de herbicida. SMO presentó un 60 % de uso de yunta, 40 % tractor y 10 % de combinación con herbicida. En todos los casos el único herbicida aplicado fue 2-4-D bajo distintos nombres comerciales.

*Riqueza de arvenses.* En los 48 sitios de muestreo, se registraron 28 familias, 91 géneros y 128 especies (Apéndice 1). Diez parcelas contaron con 20 especies o más: cinco en SMO, tres en CP y dos en AS (Apéndice 2). Tres familias representaron el 50.7 % del total de especies: Asteraceae (27.3 %), Poaceae (16.4 %) y Solanaceae (7 %) (Tabla 1). En SMO se registró la mayor riqueza de familias y especies, 22 y 76 respectivamente, en CP 16 y 62 y por último en AS 18 y 57. SMO presentó la mayor riqueza promedio; sin embargo, no existe diferencia significativa entre las tres comunidades ( $P > 0.05$ ) (Tabla 2).

**Tabla 1.** Familias con dos o más especies, géneros totales (Gt) y especies totales (Et) por provincia biogeográfica (PB). Altiplano Sur (AS), Costa del Pacífico (CP) y Sierra Madre Occidental (SMO).

Familia	Géneros totales y por PB			Especies totales y por PB				
	Gt	AS	CP	SMO	Et	AS	CP	SMO
Amaranthaceae	4	4	2	2	8	7	3	3
Asteraceae	28	11	12	22	35	13	14	28
Brassicaceae	4	3	3	3	4	3	3	3
Commelinaceae	3	-	2	2	4	-	2	3
Convolvulaceae	1	2	-	2	3	2	-	2
Euphorbiaceae	3	2	3	2	6	3	6	2
Fabaceae	6	3	2	3	7	3	2	4
Malvaceae	3	3	3	2	3	3	3	2
Onagraceae	2	-	-	2	3	-	-	3
Oxalidaceae	1	-	-	1	3	-	-	3
Poaceae	12	7	10	6	21	11	15	6
Polygonaceae	2	1	-	2	3	2	-	3
Solanaceae	4	1	3	3	9	2	6	3
Verbenaceae	3	-	2	2	4	-	2	3

**Tabla 2.** Valores promedio ( $\bar{x} \pm E. E.$ ) de riqueza y diversidad en los sitios de muestreo por provincia biogeográfica. Los valores con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ) de acuerdo con la prueba de Tukey o Kruskal-Wallis para las variables de riqueza total ( $S_T$ ), diversidad promedio ( $H'$ ) y ( $D_{Si}$ ) y diversidad por año analizado ( $H'_{2020}$ , ( $H'_{2021}$ ), ( $D_{Si2020}$ ) y ( $D_{Si2021}$ ).

Indicador	Provincia biogeográfica		
	SMO	CP	AS
Sitios de muestreo	15	15	18
Familias botánicas	22	16	18
Géneros	61	48	44
Riqueza total ( $S_T$ )	76	62	57
Especies nativas	65	51	45
Especies introducidas	11	11	12
Riqueza promedio (2020) ( $S_{prom2020}$ )	15.1 ( $\pm 1.168$ ) <sup>a</sup>	13.7 ( $\pm 1.193$ ) <sup>a</sup>	13.7 ( $\pm 1.591$ ) <sup>a</sup>
Riqueza promedio (2021) ( $S_{prom2021}$ )	21.2 ( $\pm 1.743$ ) <sup>a</sup>	19.4 ( $\pm 1.805$ ) <sup>a</sup>	16.0 ( $\pm 1.000$ ) <sup>a</sup>
Riqueza promedio ( $S_{prom}$ )	17.2 ( $\pm 1.21$ ) <sup>a</sup>	15.3 ( $\pm 1.23$ ) <sup>a</sup>	14.7 ( $\pm 0.96$ ) <sup>a</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener (2020) ( $H'_{2020}$ )	1.903 ( $\pm 0.084$ ) <sup>a</sup>	1.536 ( $\pm 0.100$ ) <sup>b</sup>	1.779 ( $\pm 0.114$ ) <sup>a, b</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener (2021) ( $H'_{2021}$ )	1.886 ( $\pm 0.030$ ) <sup>a</sup>	1.571 ( $\pm 0.035$ ) <sup>a, b</sup>	1.379 ( $\pm 0.031$ ) <sup>b</sup>
Diversidad promedio - Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )	1.898 ( $\pm 0.065$ ) <sup>b</sup>	1.548 ( $\pm 0.078$ ) <sup>a</sup>	1.601 ( $\pm 0.089$ ) <sup>a</sup>
Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson (2020) ( $D_{Si2020}$ )	0.812 ( $\pm 0.084$ ) <sup>a</sup>	0.704 ( $\pm 0.033$ ) <sup>a, b</sup>	0.780 ( $\pm 0.023$ ) <sup>b</sup>
Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson (2021) ( $D_{Si2021}$ )	0.788 ( $\pm 0.030$ ) <sup>a</sup>	0.735 ( $\pm 0.035$ ) <sup>a</sup>	0.697 ( $\pm 0.031$ ) <sup>a</sup>
Diversidad promedio - Índice de diversidad de Simpson ( $D_{Si}$ )	0.804 ( $\pm 0.015$ ) <sup>a</sup>	0.714 ( $\pm 0.025$ ) <sup>b</sup>	0.743 ( $\pm 0.020$ ) <sup>a, b</sup>

*Análisis de diversidad.* La provincia SMO presentó la mayor diversidad promedio ( $D_{Si} = 0.804 \pm 0.05$ ;  $H' = 1.898 \pm 0.25$ ); seguida por AS ( $D_{Si} = 0.743 \pm 0.08$ ;  $H' = 1.601 \pm 0.37$ ) y CP ( $D_{Si} = 0.714 \pm 0.097$ ;  $H' = 1.548 \pm 0.30$ ); se registró que el comportamiento por año fue diferenciado (Tabla 2). En general, la diversidad promedio ( $H'$ ) tuvo

Arvenses en Aguascalientes, México

diferencias significativas entre SMO y AS y CP ( $P < 0.05$ ). La diversidad  $D_{Si}$  promedio difirió entre CP y SMO ( $P < 0.05$ ) (Tabla 2).

**Similitud florística.** La similitud florística entre las tres provincias biogeográficas fue menor al 50 %, siendo AS y CP las comunidades con mayor número de especies compartidas con 34 y representando un  $I_j = 40.0$  %. SMO y CP, a pesar de su cercanía geográfica presentaron menor similitud, con  $I_j = 22.1$  % y 25 especies en común (Tabla 3).

**Estatus migratorio.** El 16.5 % de las especies son introducidas, siendo Poaceae la mejor representada con ocho especies (Figura 2). La mayor presencia de arvenses introducidas se reportó en AS con 12 (21 %), seguido de CP con 11 (17.7 %) y SMO con 11 (14.5 %) (Tabla 2). *Brassica rapa* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Malva parviflora* L., *Melinis repens* (Willd.) Zizka y *Raphanus raphanistrum* L. son las especies introducidas con presencia en las tres provincias biogeográficas. Además, se encontraron algunas exclusivas por comunidad; *Cenchrus ciliaris* L., *Chenopodium album* L. y *Reseda luteola* L. en AS; *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd., *Ricinus communis* L. y *Sorghum halepense* (L.) Pers. en CP y *Avena fatua* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex. Aiton y *Sonchus oleraceus* L. en SMO.

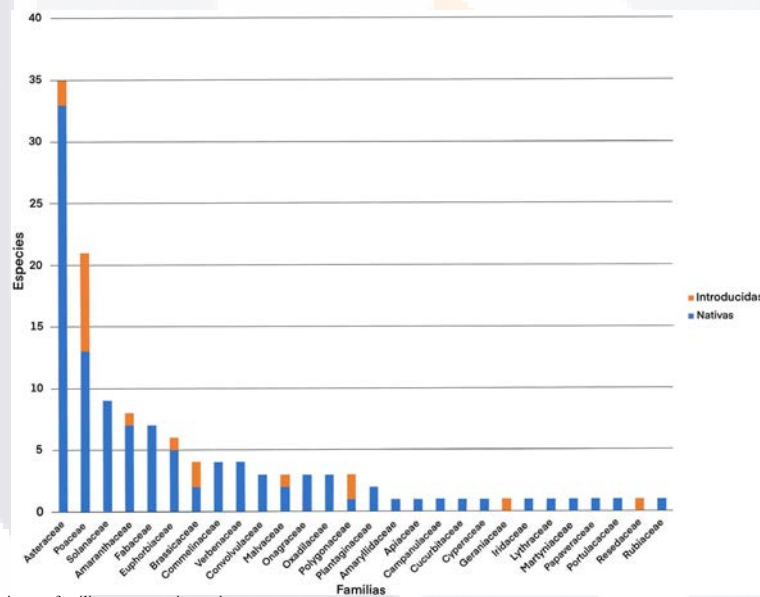


Figura 2: Especies por familia y estatus migratorio.

**Discusión**

Las arvenses identificadas en el presente estudio ya estaban registradas para Aguascalientes (Villaseñor & Espinosa-García 2004, Villaseñor 2016, Siqueiros-Delgado *et al.* 2017, Sánchez-Ken 2018, Siqueiros-Delgado *et al.* 2022) y representan el 8.2 % de las 1,560 especies vegetales del estado entre gramíneas (Poaceae) (Sánchez-Ken 2018) y dicotiledóneas (Siqueiros-Delgado *et al.* 2022). La presente investigación complementa el listado realizado

por de la Cerda-Lemus (2002) quien identificó 38 especies de malezas en cultivos de maíz de temporal, de las cuales el 79 % (30) coinciden con lo reportado aquí, a excepción de *Echeandia scabrella* (Benth.) Garcke (Asparagaceae), *Eruca sativa* Mill. (Brassicaceae), *Euphorbia nutans* Lag. (Euphorbiaceae), *Peteria glandulosa* (Gray) Rydb. (Fabaceae), *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze (Asteraceae), *Setaria macrostachya* Kunth (Poaceae) y *Urochloa plantaginea* (Link) R. D. Webster (Poaceae), sumando el registro de 98 especies más. De los 48 sitios muestreados, diez presentaron 20 especies o más, coincidiendo con lo mencionado por Toledo & Barrera-Bassols (2019), quienes reportaron que un cultivo de maíz tradicional puede albergar entre 20 y 30 especies de arvenses.

De las cuatro familias con mayor riqueza de especies en la flora de Aguascalientes (en orden decreciente): Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Solanaceae (Sierra-Muñoz *et al.* 2015), tres coinciden con las de mayor riqueza de especies arvenses reportadas en las tres provincias biogeográficas analizadas. De la Cerda-Lemus (2002) en el estudio de malezas en maíz de temporal en el estado de Aguascalientes, reportó que Asteraceae y Poaceae son las familias mejor representadas, coincidiendo con lo reportado por Vyera-Odilón & Vibrans (2001) en el Valle de Toluca, Estado de México y en Coaxatlán, Puebla (Albino-García *et al.* 2011) para el mismo cultivo.

La diversidad promedio reportada en SMO ( $H' = 1.898$ ), CP ( $H' = 1.548$ ) y AS ( $H' = 1.601$ ) fue menor a lo reportado por Rivera-Ramírez *et al.* (2021) en Cuajimalpa, Ciudad de México ( $H' = 2.006$ ) y en Nanacamilpa, Tlaxcala (González-Amaro 2008) ( $H' = 2.357$ ), pero mayor al reportado en Coaxatlán, Puebla por Albino-García *et al.* (2011) ( $H' = 1.494$ ). En cuanto al índice de diversidad ( $D_{Si}$ ), sólo SMO presentó un promedio mayor al reportado por Rivera-Ramírez *et al.* (2021) ( $D_{Si} = 0.778$ ).

**Tabla 3.** Especies en común e índice de similitud de Jaccard ( $I_j$ ) entre sitios de estudio.

Provincia biogeográfica	Especies en común / $I_j$ (%)		
	AS	CP	SMO
AS	-	34 / 40.0	27 / 25.5
CP	34 / 40.0	-	25 / 22.1
SMO	27 / 25.5	25 / 22.1	-

Las diferencias estadísticas en la diversidad ( $H'$ ) y ( $D_{Si}$ ) entre las tres provincias biogeográficas se explica por los parámetros base para la medición de cada índice; ( $H'$ ) se basa en la riqueza de especies y su abundancia relativa (Pla 2006); este último es preponderante para determinar las diferencias entre SMO y AS y entre SMO y CP. En el caso de ( $D_{Si}$ ) la dominancia de las especies y la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar sea la misma (Moreno 2001) permite ver un comportamiento claramente diferenciado entre SMO y CP.

El cultivo del maíz se considera un sistema complejo (Reyes-Jaramillo 2016) donde las variables climáticas y socioecológicas juegan un papel preponderante en la creación de ambientes que propician su presencia y desarrollo (Sánchez & Sarandón 2014). Así, en el caso de la CP, aún cuando presenta climas cálidos subhúmedos y vegetación constituida por selva sub-tropical caducifolia con alta diversidad biológica (Espinosa *et al.* 2008), no presentó la mayor riqueza de arvenses posiblemente a causa de los siguientes factores. Por un lado, el almacenaje de agua, los campesinos no cuentan con estrategia de almacenaje en bordos como en SMO y AS ocasionando una dependencia de la precipitación pluvial. En caso de periodos largos de estiaje se presentarían daños en el cultivo y por consecuencia la limitación de crecimiento de arvenses (Albino-García *et al.* 2011). Otro aspecto es el uso de herbicidas cuya aplicación afecta negativamente la riqueza y diversidad de arvenses (Chikoye *et al.* 2004, Yin *et al.* 2006, Grundy *et al.* 2011, Vigouroux *et al.* 2011). En este sentido hubo mayor porcentaje de aplicación (50 %) en 2020, año que registró menor promedio de riqueza y diversidad. Es importante destacar que en general la aplicación de herbicida en las tres provincias es más baja que en otras zonas del país (Mascorro-de Loera *et al.* 2019), principalmente por el destino de la producción que es el forraje, de forma que al no aplicar herbicida mantienen indirectamente la riqueza de arvenses (Casas *et al.* 2007, Rivera-Ramírez 2008, Vibrans 2016).

## Arvenses en Aguascalientes, México

Un factor que posiblemente favoreció en SMO y CP la mayor riqueza de arvenses fue el uso de la yunta; mecanismo que, por su peso ligero evita la compactación severa del suelo agrícola y por ende permite el crecimiento. En San Juan Ixtenco, Tlaxcala, Sánchez-Sánchez (2015) reportó que en cultivos de maíz donde se utilizó yunta hubo mayor presencia de arvenses nativas, fenómeno similar a lo encontrado en la presente investigación.

La diferencia de precipitación pluvial registrada en 2020-2021 fue marcada; 2021 fue un año que registró 26 % más precipitación en comparación con 2020 (SMN 2023) ocasionando que los campesinos no pudieran realizar las labores agrícolas para el control del crecimiento de las arvenses, generando condiciones que probablemente permitieron la presencia de especies no reportadas para 2020. Un ejemplo de este fenómeno fue *Lopezia racemosa* Cav. en SMO, *Urochloa panicoides* P. Beauv. en AS y *Bidens bigelovii* A. Gray en CP, así como el aumento en la riqueza promedio en las tres comunidades y comportamiento diferenciado en los índices de diversidad en ambos años.

Las 109 especies de arvenses nativas encontradas en esta investigación en el estado de Aguascalientes corresponden al 4.96 % de las 2,197 reportadas a nivel nacional por Espinosa-García *et al.* (2004a). Las 21 especies introducidas corresponden al 3 % del total nacional reportadas por Espinosa-García & Villaseñor (2017) y a nivel local, el porcentaje registrado (16.5 %) es similar a lo presentado por Vibrans (1998) para los altos Valles de Puebla y Tlaxcala (17 %) y a lo encontrado en las cercanías del lago de Cuitzeo, Michoacán (17.3 %) (Sánchez-Blanco & Guevara-Féfer 2013). Ello indica la mejor adaptación de las nativas a los cultivos tradicionales (Espinosa-García *et al.* 2004b) y, por lo tanto, tienen ventaja aparente sobre las introducidas. En AS se observó el mayor porcentaje de especies introducidas (21 %) y en SMO un porcentaje menor (14.5 %) a los estudios antes mencionados, posiblemente por la introducción de gramíneas exóticas sembradas de forma intencional para mejorar la producción forrajera.

Desde el punto de vista agronómico, ocho especies están reportadas a nivel mundial como parte de las 16 altamente dañinas para los cultivos debido a las pérdidas económicas que causan: *Amaranthus hybridus* L., *Amaranthus spinosus* L., *Avena fatua*, *Chenopodium album*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus esculentus*, *Portulaca oleracea* L. y *Sorghum halepense* (Blanco-Valdes & Leyva 2007). Con excepción de *C. dactylon*, el resto cuenta con pruebas de resistencia a herbicidas en distintas partes del mundo (Heap 2023). Es importante mencionar que, desde la perspectiva agroecológica, especies como *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea*, se consideran competencia para el maíz (Albino-García *et al.* 2011); sin embargo, tienen un aprovechamiento alimenticio por parte de las familias de los campesinos formando parte esencial de la gastronomía local (Altieri & Trujillo 1987, Vázquez-García *et al.* 2004, Casas *et al.* 2016, Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, Rivera-Ramírez *et al.* 2021).

Existe composición florística diferenciada por provincia biogeográfica ( $I_j < 50\%$ ) posiblemente por los patrones geográficos y climáticos (Espinosa *et al.* 2008) y por la decisión del control y manejo por parte de los campesinos. Por ejemplo el uso de maquinaria agrícola como tractor o yunta y la aplicación de herbicidas.

La presencia de especies introducidas en menor proporción que las nativas, se debe a la mejor adaptación a las condiciones del cultivo (Molina-Freaner *et al.* 2008, Vibrans 2016). Este estudio contribuye al conocimiento de la riqueza y diversidad de arvenses en cultivos de maíz de temporal del estado de Aguascalientes; sin embargo, son necesarias futuras investigaciones para determinar cómo los factores tanto climáticos como sociales influyen en la riqueza y diversidad de arvenses en el cultivo de maíz de temporal.

#### Agradecimientos

A todas las familias por su apoyo durante el trabajo de campo, en especial a Don Armando Díaz. Al Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Dr. Gilberto Ocampo por facilitar el acceso al Herbario HUAA. A Hugo Araiza, del Jardín Botánico de la UAA por su orientación en la taxonomía de las plantas, Víctor Martínez Calderón y Fabián Rubalcava por los comentarios en el documento. Al Centro de Ciencias Básicas y al Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el apoyo brindado durante la realización de la presente investigación. A los revisores y editor de sección por sus comentarios y observaciones con fines de mejoría en el escrito.

**Declaración de conflictos de interés**

Los autores declaramos que no existe ningún conflicto de intereses financieros, personales ni en cuanto a la presentación de la información y resultados de este artículo.

**Material suplementario**

El material suplementario de este artículo puede encontrarse aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.3362>

**Literatura citada**

- Albino-García C, Cervantes H, López M, Ríos-Casanova L, Lira R. 2011. Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: El caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 1005-1019. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.719>
- Altieri MA. 1988. The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. In Altieri, MA, Liebman M, eds. *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. Florida, Boca Raton, USA: CRC Press, pp. 2-6. ISBN: 978-084-9368-165
- Altieri MA, Funes-Monzote FR, Petersen P. 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development* **32**: 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>
- Altieri MA, Trujillo J. 1987. The agroecology of corn production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology* **15**: 189-220. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00888380>
- Ayala-Enríquez MI, Román-Montes de Oca E, García-Lara F. 2019. Caracterización del sistema milpa en Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos, México. *Acta Agrícola y Pecuaría* **5**: 11-23.
- Balcázar-Quñones A, White-Olascoaga L, Chávez-Mejía C, Zepeda-Gómez C. 2020. Los quelites: Riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotánica* **25**: 219-242. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>
- Barba-Ávila M, Hernández-Duque MC, de la Cerda-Lemus ME. 2003. *Plantas útiles de la región semiárida de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-507-361-9
- Blanckaert I, Vancraeynest K, Swennen RL, Espinosa-García FJ, Piñero D, Lira-Saade R. 2007. Non-crop resources and the role of indigenous knowledge in semi-arid production of Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **119**: 39-48. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.015>
- Blanco-Valdes Y. 2016. The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. *Cultivos Tropicales* **37**: 34-56. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Blanco-Valdes Y, Leyva Á. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales* **28**: 21-28.
- Bye R. 1981. Quelites: ethnoecology of edible greens, past, present and future. *Journal of Ethnobiology* **1**: 109-123.
- Caballero J, Mapes C. 1985. Gathering and subsistence patterns among the P'urhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology* **5**: 31-47.
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de DF*, México: Instituto de Ecología, AC. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7607-36-6
- Cano-Contreras EJ, Medinaceli A, Sanabria-Diago OL, Argueta-Villamar A. 2016. Código de Ética para la investigación, la investigación-acción y la colaboración etnociencia en América Latina. *Etnobiología* **14** *supp 1*: 3-32
- Casas A, Lira R, Torres I, Delgado A, Moreno-Calles AI, Rangel-Landa S, Blancas J, Larios C, Solís L, Pérez-Negrón E, Vallejo M, Parra F, Farán-Heredia B, Arellanes Y, Campos N. 2016. Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. In: Lira R, Casas A, Blancas J, eds. *Ethnobotany of Mexico*. New York: USA: Springer, pp. 179-206. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_8)

Arvenses en Aguascalientes, México

- Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* **100**: 1101-1115. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>
- Castillo-Nonato J, Chávez-Mejía C. 2013. Caracterización campesina del manejo y uso de la diversidad de maíces en San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* **10**: 23-38
- CBD [Convention on Biological Diversity] 2010. *What are invasive alien species?* <https://www.cbd.int/invasive/WhatAreIAS.shtml> (accessed March 10, 2023)
- Cerros-Tlatilpa R, Siqueiros-Delgado ME, y Skendzic EM. 2015. El género *Chloris* Sw. (Poaceae Chloridoideae) en México. *Acta Botanica Mexicana* **112**: 95-147. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm112.2015.1091>
- Chikoye D, Schulz S, Ekeleme F. 2004. Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Protection* **23**: 895-900. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.01.013>
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2023. Especies exóticas invasoras. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/rutasInt> (accessed March 1, 2023)
- Daget Ph, Godron M. 1982. *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Masson, Paris: Dunod. ISBN 978-2-225-78090-5
- de la Cerda-Lemus M. 2002. *Malezas de Aguascalientes*. MSc. Thesis, Universidad Nacional Autónoma de México.
- de la Cerda-Lemus M. 2010. *Familia Euphorbiaceae en el Estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-754
- Díaz-Bravo L, Torruco-García U, Martínez-Hernández M, Varela-Ruiz M. 2013. La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica* **7**: 162-167
- Espinosa D, Ocegueda S, Aguilar C, Flores O, Llorente-Bousquets J, Vázquez B. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. In: Challenger A, González F, Morrone JJ, eds. *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. DF, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 33-65. ISBN: 978-607-7607-03-8
- Espinosa-García FJ, Villaseñor JL. 2017. Biodiversity, distribution, ecology and management of non-native weeds in Mexico: a review. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **88**: 76-96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>
- Espinosa-García FJ, Villaseñor JL, Vibrans H. 2004a. Geographical patterns in native and exotic weeds of Mexico. *Weed Technology* **18**: 1552-1558. DOI: [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2004\)018\[1552:GPINAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2004)018[1552:GPINAE]2.0.CO;2)
- Espinosa-García FJ, Villaseñor JL, Vibrans H. 2004b. The rich generally get richer, but there are exceptions: Correlations between species richness of native plant species and alien weeds in Mexico. *Diversity and Distributions* **10**: 399-407. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00099.x>
- Fox J, Weisberg S. 2019. *An R companion to applied regression*. California, USA: Sage Publishing. ISBN: 978-154-4336-47-3
- Gaba S, Reboud X, Fried G. 2016. Agroecology and conservation of weed diversity in agricultural lands. *Botany Letters* **163**: 351-354. DOI: <https://doi.org/10.1080/23818107.2016.1236290>
- Gallandt ER, Weiner J. 2015. *Crop-weed competition*. Ltd, Chichester: John Wiley & Sons, pp: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020477.pub2>
- García-Regalado G. 2005. *Asteraceae: las Compuestas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 970-728-009-3
- García-Regalado G. 2007. *Plantas medicinales de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8359-83-7
- González-Amaro RM. 2008. *Productividad y valor económico potencial de arvenses en cultivos de maíz de Nanacamilpa, Tlaxcala*. MSc. Thesis, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.
- Grundy AC, Mead A, Bond W, Clark G, Burston S. 2011. The impact of herbicide management on long-term changes in the diversity and species composition of weed populations. *Weed Research* **51**: 187-200. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00831.x>
- Heap I. 2023. *International Herbicide-Resistant Weed Database*. <https://www.weedscience.org/Pages/aboutus.aspx> (accessed February 17, 2023).



- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía], 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017*. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092078.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf) (accessed January 2, 2022)
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2020. *Censo de población y vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=01#collapse-Resumen> (accessed June 11, 2023)
- IPNI [International Plant Names Index]. 2023. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. <http://www.ipni.org> (accessed January 23, 2023)
- Jaccard P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelle* **44**: 223-270. DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-268384>
- Lara E, Caso L, Aliphath M. 2012. El sistema milpa roza, tumpa y quema de los Mayas Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximnhai* **8**: 71-92.
- Mashavakure N, Mashingaidze AB, Musundire R, Gandiwa E, Thierfelder C, Muposhi VK. 2019. Beetle and maize yield response to plant residue application and manual weeding under two tillage systems in northern Zimbabwe. *Applied Soil Ecology* **144**: 139-146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.07.016>
- Mascorro-de Loera RD, Ferguson BG, Perales-Rivera HR, Charbonnier F. 2019. Herbicidas en la milpa: estrategias de aplicación y su impacto sobre el consumo de arvenses. *Ecosistemas y Recursos Naturales* **6**: 477-486. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2076>
- Menendez-Baceta G, Aceituno-Mata L, Reyes-García V, Tardío J, Salpeteur M, Pardo-de Santayana M. 2015. The importance of cultural factors in the distribution of medicinal plant knowledge: A case study in four Basque regions. *Journal of Ethnopharmacology* **161**: 116-127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.12.007>
- Mera LM, Alvarado R, Basurto F, Bye R, Castro D, Evangelista V, Mapes C, Martínez MA, Molina N, Saldivar J. 2005. De quelites me como un taco. *Ciencias* **77**: 36-38
- Molina-Freaner F, Espinosa-García F, Sarukhán-Kermez J. 2008. Dinámica poblacional de malezas en un campo de maíz de temporal del Valle de México. *Agrociencia* **42**: 655-667
- Monroy-Sais AS, Astier M, Wies G, Pavesi R, Mascorro-de Loera RD, García-Barrios L. 2022. Exploring the complexity of smallholders' intense use of glyphosate in maize crops from South Mexico: Remarks of an ongoing agroecological transition. *Frontiers in Sustainable Food Systems* **6**. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.908779>
- Moreno CE. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T - Manuales y Tesis SEA, vol 1, 84 pp. ISBN: 84-922495-2-8
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. United States of America: John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-62290-7
- Oksanen J, Simpson GL, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Michin PR, O'Hara RB, Solymos P, Stevens MH, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, de Caceres M, Durand S, Evangelista HB, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill MO, Lathi L, McGlenn D, Ouellete MH, Ribeiro E, Smith T, Stier A, Ter CJ, Weedon J. 2022. *Package "vegan"*. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (accessed October 1, 2022)
- Paredes-Flores M, Lira-Saade R, Dávila-Aranda PD. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botanica Mexicana* **79**: 13-61. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm79.2007.1037>
- Petit S, Yvoz S, Ploteau A, Zuccolo C, Cordeau S. 2022. Advances in understanding the contribution of weeds to the functioning of agroecosystems. In: Kudsk P, eds. *Advances in Integrated Weed Management*. London, UK: Burleigh Dodds Science Publishing. ISBN: 9781003180746
- Pla L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* **31**: 583-590.
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (accessed January 12, 2022).
- Ramírez-Salinas C, Castro-Ramírez AE. 2011. "Los montes", conocimiento tradicional campesino sobre las arvenses de la milpa en Teopisca y Amatenango del Valle, Chiapas. In: Ávila Romero LE, eds. *Desarrollo Sustentable*,

Arvenses en Aguascalientes, México

- Interculturalidad y Vinculación Comunitaria*. San Cristobal de las Casas, Chiapas: Universidad Intercultural de Chiapas. ISBN: 978-607-9147-05-1
- Reyes-Jaramillo I. 2016. Propiedades edáficas de parcelas cultivadas con milpa usando labranza mínima en la sierra de Oaxaca, donde crecía bosque mesófilo de montaña. *Polibotánica* **41**: 133-151. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.41.9>
- Rivera-Ramírez R. 2008. *Agroecosistemas y estrategias de producción en el Municipio el Llano, Aguascalientes*. MSc. Thesis, Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Rivera-Ramírez I, Ríos-De La Cruz A, Bravo-Avilez D, Bernal-Ramírez LA, Velázquez-Cárdenas Y, De Santiago-Gómez JR, Lozada-Pérez L, Rendón-Aguilar B. 2021. Riqueza, abundancia y composición de arvenses en parcelas sujetas a diferentes prácticas agrícolas en la Alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México. *Revista Etnobiología* **19**: 129-155.
- Sánchez-Blanco J, Guevara-Féfer F. 2013. Plantas arvenses asociadas a cultivos de maíz de temporal en suelos salinos de la rivera del lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **105**: 107-129. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm105.2013.227>
- Sánchez GE, Sarandón SJ. 2014. Principios de manejo agroecológico de malezas. In: Sarandón SJ, Flores CC, eds. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 978-950-34-1107-0
- Sánchez-Ken J. 2018. Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana* **126**: e1379. DOI <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1379>
- Sánchez-Sánchez D. 2015. *Evaluación de los sistemas productivos de maíz en San Juan Ixtenco, Tlaxcala*. MSc. Thesis, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.
- Sandoval-Ortega MH, Siqueiros-Delgado ME. 2019. Plantas útiles de la familia Amaranthaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Tecnociencia Chihuahua* **13**: 40-49.
- SIAP [Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera]. 2022. *Estadística de la Producción Agrícola de 2020*. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> (accessed April 22, 2022)
- Sierra-Muñoz JC, Siqueiros-Delgado ME, Flores-Ancira E, Moreno-Rico O, Arredondo-Figueroa JL. 2015. Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el Estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences* **93**: 97-117. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.63>
- Siqueiros-Delgado ME. 1996. *Leguminosas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 968-625-909-0
- Siqueiros-Delgado ME, García-Regalado G, Macías-Flores C, Rosales-Carrillo O. 2011. *Malvales del Estado de Aguascalientes: Bombacaceae, Cistaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-7745-95-2
- Siqueiros-Delgado ME, Murillo-Pérez G, Sierra-Muñoz JC, Martínez-Ramírez J. 2022. eds. *Flora Dicotiledónea de Aguascalientes*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UA/978-607-8782-12-3> ISBN: 978-607-8782-12-3
- Siqueiros-Delgado ME, Rodríguez-Ávalos JA, Martínez-Ramírez J, Sierra-Muñoz JC, García-Regalado G. 2017. *Vegetación del estado de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. ISBN: 978-607-8523-15-3
- SMN [Servicio Meteorológico Nacional]. 2023. Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (accessed September 7, 2023)
- Sonnenfeld D. 1992. Mexico's 'Green Revolution', 1940-1980: Towards an Environmental History. *Environmental History Review* **16**: 28-52.
- Sosa-Ramírez J, Díaz-Núñez V, Ponce-Montoya A. 2015. Diversidad y productividad del estrato herbáceo en una sabana de la Sierra Fría, Aguascalientes. Áreas Naturales protegidas Scripta **2**: 51-66. DOI: <https://doi.org/10.18242/ANPScripta.2015.01.01.02.0003>

- Thiers B. 2019. Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (accessed October 2, 2022).
- Toledo VM, Barrera-Bassols N. 2019. La milpa y la memoria biocultural de Mesoamérica. In: Camejo-Pereira MV, Dal Soglio FK, eds. *A Conservação das Sementes Crioulas: Uma Visão Interdisciplinar da Agrobiodiversidade*. Rio Grande Do Sul, Brazil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ISBN: 978-65-5725-007-5
- Vázquez-García V, Godínez-Guevara L, Montes-Estrada M, Ortíz-Gómez AS. 2004. Los quelites de Ixhuapan, Veracruz: disponibilidad, abastecimiento y consumo. *Agrociencia* **38**: 445-455.
- Vibrans H. 1998. Native maize field weed communities in south-central Mexico. *Weed Research* **38**: 153-166. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1998.00082.x>
- Vibrans H. 2012. *Malezas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> (accessed February 2, 2022).
- Vibrans H. 2016. Ethnobotany of Mexican Weeds. In: Lira R, Casas A, Blancas J, eds, *Ethnobotany of Mexico Weeds*. New York, USA: Springer, pp. 287-319. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6669-7_12)
- Vigouroux Y, Barnaud A, Scarcelli N, Thuillet AC. 2011. Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops. *Comptes Rendus Biologies* **334**: 450-457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.03.003>
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor JL, Espinosa-García J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* **10**: 81-158. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>
- Vyera-Odilón L, Vibrans H. 2001. Weed as crops: the value of maize field weeds in the Valley of Toluca, México. *Economic Botany* **55**: 426-443. <https://doi.org/10.1007/BF02866564>
- Yin L, Z Cai, Zhong W. 2006. Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization. *Crop Protection* **25**: 910-914. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.11.013>

**Editor de sección:** Martha González Elizondo

**Contribución de autores:** RDML realizó el trabajo de campo, colecta de ejemplares, análisis de datos y primer borrador del artículo. FCM corroboró la identidad taxonómica de los ejemplares en el Herbario HUAA. RDML, FCM, JSR, JJLR y CPS revisaron el borrador, los análisis de datos y realizaron modificaciones en conjunto de formato y estilo aprobando la versión final del manuscrito.

**Entidades financiadoras:** Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología beca (CVU 3358350). Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Arvenses en Aguascalientes, México

**Apéndice 1.** Listado de arvenses por sitio de estudio. Estatus migratorio de la especie (E): nativa (n) o introducida (i), endémica (end.). Fuente consultada para determinación del estatus migratorio: vi = Villaseñor & Espinosa-García (2004), c = Vibrans (2012), v = Villaseñor (2016), s = Sánchez-Ken (2018). <sup>1</sup> - Especie reportada por de la Cerda-Lemus (2002) en cultivos de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes. Presencia en Provincias Biogeográficas: Altiplano Sur (AS), Costa del Pacífico (CP), Sierra Madre Occidental (SMO)

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<b>Amaranthaceae</b>		
<i>Amaranthus hybridus</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Amaranthus palmeri</i> S.Watson <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Amaranthus powellii</i> S.Watson	n <sup>v</sup>	AS
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	n <sup>v</sup>	AS
<i>Chenopodium album</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS
<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS
<i>Dysphania graveolens</i> (Willd.) Mosyakin & Clemants	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Gomphrena serrata</i> L.	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Amaryllidaceae</b>		
<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britton	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Apiaceae</b>		
<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm.	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Asteraceae</b>		
<i>Adenophyllum porophyllum</i> (Cav.) Hemsl.	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Aldama dentata</i> La Llave	n <sup>v</sup>	CP
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Bidens bigelovii</i> A.Gray <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Bidens odorata</i> Cav. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Conyza coronopifolia</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<i>Conyza microcephala</i> Hemsl.	n-end <sup>v</sup>	AS, SMO
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Erigeron velutipes</i> Hook. & Arn.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	n <sup>c</sup>	AS, SMO
<i>Grindelia oxylepis</i> Greene	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Laenecia sophiifolia</i> (Kunth) G.L.Nesom	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ortega) Rollins <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Psacalium platylepis</i> (B.L.Rob. & Seaton) H.Rob. & Brettell	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Pseudognaphalium semilanatum</i> (DC.) Anderb.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	i <sup>vi</sup>	SMO
<i>Stevia serrata</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes lumulata</i> Ortega	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	n <sup>v</sup>	AS, SMO

Arvenses en Aguascalientes, México

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	i <sup>vi</sup>	CP, SMO
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Xanthisma gymnocephalum</i> (DC.) D.R.Morgan & R.L.Hartm	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Xanthium strumarium</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP
<b>Brassicaceae</b>		
<i>Brassica rapa</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
<i>Lepidium virginicum</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
<i>Rorippa pinnata</i> (Moc. & Sessé) Rollins	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Campanulaceae</b>		
<i>Lobelia fenestralis</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Commelinaceae</b>		
<i>Commelina erecta</i> L.	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Commelina tuberosa</i> L.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Tripogandra purpurascens</i> (S.Schauer) Handlos	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Convolvulaceae</b>		
<i>Ipomoea longifolia</i> Benth.	n <sup>v</sup>	AS
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Ipomoea stans</i> Cav.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<b>Cucurbitaceae</b>		
<i>Sicyos microphyllus</i> Kunth	n-end <sup>v</sup>	AS, SMO

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<b>Cyperaceae</b>		
<i>Cyperus esculentus</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Acalypha mexicana</i> Müll.Arg.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Acalypha persimilis</i> Müll.Arg.	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Euphorbia cuphosperma</i> (Engelm.) Boiss.	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Euphorbia hirta</i> L. <sup>N</sup>	n <sup>v</sup>	AS, SMO
<i>Ricinus communis</i> L.	i <sup>vi</sup>	CP
<b>Fabaceae</b>		
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, SMO
<i>Dalea leporina</i> (Aiton) Bullock <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Hoffmannseggia glauca</i> (Ortega) Eifert	n <sup>v</sup>	AS
<i>Macropitilium gibbosifolium</i> (Ortega) A.Delgado	n <sup>v</sup>	CP
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	n <sup>v</sup>	AS
<b>Geraniaceae</b>		
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	i <sup>vi</sup>	SMO
<b>Iridaceae</b>		
<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Lythraceae</b>		
<i>Cuphea lanceolata</i> W.T.Aiton	n-end <sup>v</sup>	AS

Arvenses en Aguascalientes, México

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<b>Malvaceae</b>		
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltld. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Malva parviflora</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G.Don	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Martyniaceae</b>		
<i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Thell. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Onagraceae</b>		
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oenothera hexandra</i> (Ortega) W.L.Wagner & Hoch	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Oxalidaceae</b>		
<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Knuth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oxalis lunulata</i> Zucc.	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Papaveraceae</b>		
<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Plantaginaceae</b>		
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	n <sup>v</sup>	AS
<i>Plantago nivea</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Poaceae</b>		
<i>Avena fatua</i> L.	i <sup>s</sup>	SMO
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	n <sup>s</sup>	SMO
<i>Bouteloua polymorpha</i> (E.Fourn.) Columbus	n-end <sup>s</sup>	AS, CP



Mascorro-de Loera *et al.* / Botanical Sciences 102 (1): 234-255. 2024

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.	n <sup>s</sup>	CP
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	i <sup>s</sup>	AS
<i>Cenchrus echinatus</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	CP
<i>Chloris gayana</i> Kunth	i <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Chloris rufescens</i> Lag.	n <sup>s</sup>	CP
<i>Chloris submutica</i> Kunth	n <sup>s</sup>	SMO
<i>Chloris virgata</i> Sw. <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. <sup>1</sup>	i <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	i <sup>s</sup>	CP
<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M.Peterson & N.Snow	n <sup>s</sup>	CP
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	n <sup>s</sup>	AS
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Nees <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Eragrostis plumbea</i> Scribn. ex Beal	n-end <sup>s</sup>	CP
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	i <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	i <sup>s</sup>	CP
<i>Urochloa panicoides</i> P.Beauv.	i <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Urochloa texana</i> (Buckley) R.D.Webster <sup>N</sup>	n <sup>s</sup>	CP
<b>Polygonaceae</b>		
<i>Persicaria segetum</i> (Kunth) Small.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	i <sup>vi</sup>	AS, SMO
<i>Rumex crispus</i> L.	i <sup>vi</sup>	AS, SMO

Arvenses en Aguascalientes, México

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<b>Portulacaceae</b>		
<i>Portulaca oleracea</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Resedaceae</b>		
<i>Reseda luteola</i> L.	i <sup>vi</sup>	AS
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Borreria suaveolens</i> G.Mey	n <sup>v</sup>	CP
<b>Solanaceae</b>		
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Physalis angulata</i> L.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitch.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Physalis lagascae</i> Roem. & Schult.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Physalis pubescens</i> L.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Solanum ehrenbergii</i> (Bitter) Rydb.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP
<i>Solanum rostratum</i> Dunal <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Verbenaceae</b>		
<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	n <sup>v</sup>	CP
<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Verbena carolina</i> L.	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Verbena gracilis</i> Desf.	n <sup>v</sup>	SMO

**Apéndice 2.** Valores de riqueza de especies ( $S_t$ ), índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D_{Si}$ ) por sitio de muestreo y provincia biogeográfica. SMO - Sierra Madre Occidental, CP – Costa del Pacífico, AS - Altiplano Sur.

Sitio de muestreo	Provincia biogeográfica								
	SMO			CP			AS		
	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$	$S_t$	$H'$	$D_{Si}$
1	26	1.595	0.713	23	1.303	0.631	21	2.093	0.85
2	24	1.674	0.723	22	1.531	0.712	21	1.004	0.579
3	22	1.667	0.775	22	2.094	0.852	19	2.001	0.799
4	20	2.129	0.848	19	1.723	0.759	19	2.467	0.902
5	20	2.151	0.862	17	1.798	0.799	17	1.099	0.606
6	19	2.218	0.872	16	1.483	0.722	17	1.37	0.7
7	19	1.678	0.722	15	1.748	0.781	16	1.509	0.746
8	16	1.551	0.746	15	1.768	0.753	16	1.119	0.604
9	16	1.882	0.794	15	1.524	0.758	16	1.763	0.809
10	14	2.089	0.84	15	1.405	0.722	15	1.618	0.736
11	14	1.81	0.799	13	0.975	0.458	14	1.655	0.764
12	14	2.315	0.887	12	1.503	0.694	14	1.497	0.757
13	13	1.769	0.8	10	1.823	0.787	12	1.991	0.832
14	11	2.156	0.866	9	1.547	0.712	12	1.549	0.773
15	10	1.78	0.813	7	0.988	0.579	11	1.672	0.776
16	-	-	-	-	-	-	9	1.771	0.794
17	-	-	-	-	-	-	9	1.318	0.681
18	-	-	-	-	-	-	7	1.323	0.666

**Anexo 2** – Listado de arvenses por sitio de estudio. Estatus migratorio de la especie (E): nativa (n) o introducida (i), endémica (end.). Fuente consultada para determinación del estatus migratorio: vi = Villaseñor & Espinosa-García (2004), c = Vibrans (2012), v = Villaseñor (2016), s = Sánchez-Ken (2018). 1 - Especie reportada por de la Cerda-Lemus (2002) en cultivos de maíz de temporal en el estado de Aguascalientes. Presencia en Provincias Biogeográficas: Altiplano Sur (AS), Costa del Pacífico (CP), Sierra Madre Occidental (SMO)

Nombre científico	E	Presencia en provincia biogeográfica
<b>Amaranthaceae</b>		
<i>Amaranthus hybridus</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Amaranthus palmeri</i> S.Watson <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Amaranthus powellii</i> S.Watson	n <sup>v</sup>	AS
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	n <sup>v</sup>	AS
<i>Chenopodium album</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS
<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS
<i>Dysphania graveolens</i> (Willd.) Mosyakin & Clemants	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Gomphrena serrata</i> L.	n <sup>v</sup>	AS, CP
<b>Amaryllidaceae</b>		
<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britton	n <sup>v</sup>	SMO
<b>Apiaceae</b>		

*Eryngium heterophyllum* Engelm.

n<sup>v</sup>

SMO

**Asteraceae**

*Adenophyllum porophyllum* (Cav.) Hemsl.

n<sup>v</sup>

AS, CP, SMO

*Aldama dentata* La Llave

n<sup>v</sup>

CP

*Ambrosia confertiflora* DC.

n<sup>v</sup>

CP, SMO

*Artemisia ludoviciana* Nutt.

n<sup>v</sup>

SMO

*Bidens bigelovii* A.Gray<sup>1</sup>

n<sup>v</sup>

AS, CP, SMO

*Bidens odorata* Cav.<sup>1</sup>

n<sup>v</sup>

AS, CP, SMO

*Conyza coronopifolia* Kunth

n<sup>v</sup>

SMO

*Conyza microcephala* Hemsl.

n-end<sup>v</sup>

AS, SMO

*Cosmos bipinnatus* Cav.

n<sup>v</sup>

AS, CP, SMO

*Erigeron velutipes* Hook. & Arn.

n-end<sup>v</sup>

SMO

*Galinsoga parviflora* Cav.

n<sup>v</sup>

SMO

*Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav.

n<sup>c</sup>

AS, SMO

*Grindelia oxylepis* Greene

n-end<sup>v</sup>

SMO

*Heterotheca inuloides* Cass.

n-end<sup>v</sup>

SMO

*Laennecia sophiifolia* (Kunth) G.L.Nesom

n<sup>v</sup>

SMO

<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	n <sup>v</sup>	CP
<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ortega) Rollins <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Psacalium platylepis</i> (B.L.Rob. & Seaton) H.Rob. & Brettell	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Pseudognaphalium semilanatum</i> (DC.) Anderb.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	i <sup>vi</sup>	SMO
<i>Stevia serrata</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	n <sup>v</sup>	AS, SMO
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	i <sup>vi</sup>	CP, SMO
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO

---

<i>Xanthisma gymnocephalum</i> (DC.) D.R.Morgan & R.L.Hartm	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Xanthium strumarium</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP

**Brassicaceae**

<i>Brassica rapa</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
<i>Lepidium virginicum</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
<i>Rorippa pinnata</i> (Moc. & Sessé) Rollins	n <sup>v</sup>	SMO

**Campanulaceae**

<i>Lobelia fenestralis</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
---------------------------------	----------------	-----

**Commelinaceae**

<i>Commelina erecta</i> L.	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Commelina tuberosa</i> L.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	n <sup>v</sup>	CP

<i>Tripogandra purpurascens</i> (S.Schauer) Handlos	n <sup>v</sup>	SMO
---	----------------	-----

**Convolvulaceae**

<i>Ipomoea longifolia</i> Benth.	n <sup>v</sup>	AS
----------------------------------	----------------	----

---

---

*Ipomoea purpurea* (L.) Roth<sup>1</sup> n<sup>v</sup> AS, CP, SMO

*Ipomoea stans* Cav. n-end<sup>v</sup> SMO

**Cucurbitaceae**

*Sicyos microphyllus* Kunth n-end<sup>v</sup> AS, SMO

**Cyperaceae**

*Cyperus esculentus* L.<sup>1</sup> n<sup>v</sup> AS, CP, SMO

**Euphorbiaceae**

*Acalypha mexicana* Müll.Arg. n<sup>v</sup> CP

*Acalypha persimilis* Müll.Arg. n<sup>v</sup> AS, CP, SMO

*Euphorbia cuphosperma* (Engelm.) Boiss. n<sup>v</sup> AS, CP, SMO

*Euphorbia heterophylla* L. n<sup>v</sup> CP

*Euphorbia hirta* L.<sup>N</sup> n<sup>v</sup> AS, SMO

*Ricinus communis* L. i<sup>vi</sup> CP

**Fabaceae**

*Crotalaria pumila* Ortega<sup>1</sup> n<sup>v</sup> CP, SMO

*Dalea foliolosa* (Aiton) Barneby<sup>1</sup> n<sup>v</sup> AS, SMO

*Dalea leporina* (Aiton) Bullock<sup>1</sup> n<sup>v</sup> SMO

---



---

<i>Hoffmannseggia glauca</i> (Ortega) Eifert	n <sup>v</sup>	AS
<i>Macropodium gibbosifolium</i> (Ortega) A.Delgado	n <sup>v</sup>	CP
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	n <sup>v</sup>	AS

**Geraniaceae**

<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	i <sup>vi</sup>	SMO
--	-----------------	-----

**Iridaceae**

<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca	n <sup>v</sup>	SMO
--------------------------------------	----------------	-----

**Lythraceae**

<i>Cuphea lanceolata</i> W.T.Aiton	n-end <sup>v</sup>	AS
------------------------------------	--------------------	----

**Malvaceae**

<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltl. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP, SMO
---	----------------	-------------

<i>Malva parviflora</i> L. <sup>1</sup>	i <sup>vi</sup>	AS, CP, SMO
---	-----------------	-------------

<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G.Don	n <sup>v</sup>	AS, CP
--	----------------	--------

**Martyniaceae**

<i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Thell. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
--	----------------	--------

**Onagraceae**

---

---

<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oenothera hexandra</i> (Ortega) W.L.Wagner & Hoch	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	n <sup>v</sup>	SMO

**Oxalidaceae**

<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Knuth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Oxalis lunulata</i> Zucc.	n <sup>v</sup>	SMO

**Papaveraceae**

<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	n <sup>v</sup>	AS, CP
----------------------------------	----------------	--------

**Plantaginaceae**

<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	n <sup>v</sup>	AS
<i>Plantago nivea</i> Kunth	n <sup>v</sup>	SMO

**Poaceae**

<i>Avena fatua</i> L.	i <sup>s</sup>	SMO
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	n <sup>s</sup>	SMO
<i>Bouteloua polymorpha</i> (E.Fourn.) Columbus	n-end <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr.	n <sup>s</sup>	CP

---

---

<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	i <sup>s</sup>	AS
<i>Cenchrus echinatus</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	CP
<i>Chloris gayana</i> Kunth	i <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Chloris rufescens</i> Lag.	n <sup>s</sup>	CP
<i>Chloris submutica</i> Kunth	n <sup>s</sup>	SMO
<i>Chloris virgata</i> Sw. <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. <sup>1</sup>	i <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	i <sup>s</sup>	CP
<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M.Peterson & N.Snow	n <sup>s</sup>	CP
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	n <sup>s</sup>	AS
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Nees <sup>1</sup>	n <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Eragrostis plumbea</i> Scribn. ex Beal	n-end <sup>s</sup>	CP
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	i <sup>s</sup>	AS, CP, SMO
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	i <sup>s</sup>	CP
<i>Urochloa panicoides</i> P.Beauv.	i <sup>s</sup>	AS, CP
<i>Urochloa texana</i> (Buckley) R.D.Webster <sup>N</sup>	n <sup>s</sup>	CP

---

**Polygonaceae**

<i>Persicaria segetum</i> (Kunth) Small.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	i <sup>vi</sup>	AS, SMO
<i>Rumex crispus</i> L.	i <sup>vi</sup>	AS, SMO

**Portulacaceae**

<i>Portulaca oleracea</i> L. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP
---	----------------	--------

**Resedaceae**

<i>Reseda luteola</i> L.	i <sup>vi</sup>	AS
--------------------------	-----------------	----

**Rubiaceae**

<i>Borreria suaveolens</i> G.Mey	n <sup>v</sup>	CP
----------------------------------	----------------	----

**Solanaceae**

<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry	n <sup>v</sup>	CP, SMO
---	----------------	---------

<i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter	n <sup>v</sup>	SMO
--	----------------	-----

<i>Physalis angulata</i> L.	n <sup>v</sup>	CP
-----------------------------	----------------	----

<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitch.	n <sup>v</sup>	CP
--	----------------	----

<i>Physalis lagascae</i> Roem. & Schult.	n <sup>v</sup>	CP
--	----------------	----

<i>Physalis pubescens</i> L.	n <sup>v</sup>	CP
------------------------------	----------------	----

---

<i>Solanum ehrenbergii</i> (Bitter) Rydb.	n-end <sup>v</sup>	SMO
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav. <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	CP
<i>Solanum rostratum</i> Dunal <sup>1</sup>	n <sup>v</sup>	AS, CP

**Verbenaceae**

<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	n <sup>v</sup>	CP
<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt.	n <sup>v</sup>	SMO
<i>Verbena carolina</i> L.	n <sup>v</sup>	CP, SMO
<i>Verbena gracilis</i> Desf.	n <sup>v</sup>	SMO

---

**Anexo 3** - Listado, nombre común y usos reportados de arvenses en cultivos de maíz de temporal en Aguascalientes. Estatus migratorio de la especie: <sup>n</sup> - Nativa, <sup>n-end</sup> - Nativa endémica de México, <sup>i</sup> - Introducida. Usos reportados en la presente investigación, en negritas se presentan los usos reportados en otras investigaciones para el estado de Aguascalientes: F = Forraje, A = Alimenticio, Ar = Aromatizante, In = Insecticida, M = Medicinal, O = Ornato, P = Plaga, SU = Sin uso reportado, T = Tóxica. <sup>1</sup>- Sandoval-Ortega *et al.* 2023, <sup>2</sup>- de la Cerda-Lemus 2002, <sup>3</sup>- García-Regalado 2015, <sup>4</sup>-Barba-Ávila *et al.* 2003, <sup>5</sup>- Sandoval-Ortega & Siqueiros-Delgado 2019, <sup>6</sup>- Mares-Guerrero & Ocampo 2020, <sup>7</sup>- Sosa-Ramírez *et al.* 2015

Nombre científico	Nombre común	Usos reportados
<b>Amaranthaceae</b>		
<i>Amaranthus hybridus</i> L. <sup>n</sup>	Quelite	A <sup>1, 2, 5, 6</sup> , F <sup>5, 7</sup>
<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson <sup>n</sup>	Quelite	A <sup>1, 2, 5</sup> , F <sup>5</sup>
<i>Amaranthus powellii</i> S. Watson <sup>n</sup>	Quelite	A <sup>1, 5</sup> , F <sup>5</sup>
<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq. <sup>n</sup>	Quelite de perro	A <sup>1, 5</sup> , F <sup>5</sup>
<b>Apiaceae</b>		
<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm. <sup>n</sup>	Hierba del sapo	F <sup>7</sup> , M <sup>3, 6</sup>
<b>Asteraceae</b>		
<i>Adenophyllum porophyllum</i> (Cav.) Hemsl. <sup>n</sup>	Aceitilla naranja	F, M <sup>3</sup>
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC. <sup>n</sup>	Cola de zorro	F

		A <sup>1</sup> , M <sup>3,6</sup>
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. <sup>n</sup>	Istafiate	
		F
<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray <sup>n</sup>	Aceitilla	
		F, M <sup>2,3</sup>
<i>Bidens odorata</i> Cav. <sup>n</sup>	Aceitilla	
		SU
<i>Conyza coronopifolia</i> Kunth <sup>n</sup>	Cinco llagas	
		F <sup>7</sup> , SU
<i>Conyza microcephala</i> Hemsl. <sup>n-end</sup>	Coronitas	
		F, O
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. <sup>n</sup>	Mirasol	
		F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
<i>Grindelia oxylepis</i> Greene <sup>n</sup>	Árnica amarilla	
		SU
<i>Laennecia sophiifolia</i> (Kunth) G.L. Nesom <sup>n</sup>	Tunitas	
		F
<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth <sup>n</sup>	Jihuite	
		M <sup>3,6</sup> , SU
<i>Psacalium platylepis</i> (B.L. Rob. & Seaton) H. Rob. & Brettell <sup>n-end</sup>	Mano de león	
		M <sup>3</sup>
<i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb. <sup>n</sup>	Gordolobo	
		M <sup>3</sup> , SU <sup>2</sup>
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. <sup>n</sup>	Ojo de buey	
		F, SU <sup>2</sup>
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. <sup>n</sup>	Lampotillo	
		SU
<i>Stevia serrata</i> Cav. <sup>n</sup>	Pulguilla	
		Ar <sup>6</sup> , F <sup>7</sup> , M <sup>3,6</sup>
<i>Tagetes lucida</i> Cav. <sup>n</sup>	Hierba de Santa María	
		M <sup>3</sup>
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega <sup>n-end</sup>	Hierba anís	

		A <sup>1,6</sup> , F <sup>7</sup> , M <sup>3,6</sup>
<i>Tagetes micrantha</i> Cav. <sup>n</sup>	Limoncillo	
		A <sup>1</sup> , F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg. <sup>i</sup>	Diente de león	
		F, SU <sup>2</sup>
	Lampote	
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. <sup>n</sup>		M <sup>3</sup>
<i>Xanthisma gymnocephalum</i> (DC.) D.R. Morgan & R.L. Hartm <sup>n</sup>	Árnica morada	
		P
<i>Xanthium strumarium</i> L. <sup>n</sup>	Chayote / chayotillo	
		M <sup>3</sup> , SU
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L. <sup>n</sup>	Mal de ojo	
		F, SU <sup>2</sup>
<b>Brassicaceae</b>		
<i>Brassica rapa</i> L. <sup>i</sup>	Mostaza	
		F, M <sup>6</sup>
<b>Commelinaceae</b>		
<i>Commelina erecta</i> L. <sup>n</sup>	Quesadilla	
		F <sup>7</sup> , SU
<i>Commelina tuberosa</i> L. <sup>n</sup>	Quesadilla	
		F <sup>7</sup> , SU
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav. <sup>n</sup>	Quesadilla	
<b>Convolvulaceae</b>		
		M <sup>3</sup> , F, SU <sup>2</sup>
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth <sup>n</sup>	Enredadera	
		F <sup>7</sup> , M <sup>3,6</sup>
<i>Ipomoea stans</i> Cav. <sup>n-end</sup>	Galuzá	
<b>Cucurbitaceae</b>		



	Chayotillo	P
<i>Sicyos microphyllus</i> Kunth <sup>n-end</sup>		
<b>Cyperaceae</b>		
	Coquillo / Zacate coquillo	A <sup>1</sup> , F, P, SU <sup>2</sup>
<i>Cyperus esculentus</i> L. <sup>n</sup>		
<b>Euphorbiaceae</b>		
	Hierba del venado	F
<i>Euphorbia heterophylla</i> L. <sup>n</sup>		
	Higuerilla	In <sup>6</sup> , SU, T <sup>6</sup>
<i>Ricinus communis</i> L. <sup>i</sup>		
<b>Fabaceae</b>		
	Tronadora	F, M <sup>2,3</sup>
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega <sup>n</sup>		
	Limoncillo	SU <sup>2</sup>
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby <sup>n</sup>		
<i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ortega) A. Delgado <sup>n</sup>	Jicamilla / capichola	A <sup>1</sup> , F <sup>7</sup>
	Hierba fría	F <sup>7</sup> , SU
<i>Trifolium amabile</i> Kunth <sup>n</sup>		
<b>Malvaceae</b>		
	Retama	F <sup>7</sup> , M <sup>2</sup>
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldl. <sup>n</sup>		
	Malva	A <sup>1,6</sup> , F, M <sup>3,6</sup>
<i>Malva parviflora</i> L. <sup>i</sup>		
<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don <sup>n</sup>	Hierba del negro	M <sup>3</sup> , F
	Rabanillo	F
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. <sup>i</sup>		

**Martyniaceae**

A<sup>1,5</sup>, F, M<sup>3</sup>, SU<sup>2</sup>

*Proboscidea louisiana* (Mill.) Thell.<sup>n</sup> Cuernitos / torito

**Onagraceae**

F<sup>7</sup>, M<sup>3</sup>

*Oenothera hexandra* (Ortega) W. L. Wagner & Hoch<sup>n</sup> Hierba del golpe

SU

*Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton<sup>n</sup>

Amapolita

**Oxalidaceae**

F

*Oxalis alpina* (Rose) Knuth<sup>n</sup>

Jocoyol

F<sup>7</sup>, A

*Oxalis decaphylla* Kunth<sup>n</sup>

Jocoyol

**Papaveraceae**

F, M<sup>3</sup>

*Argemone ochroleuca* Sweet<sup>n</sup>

Chicalote

**Plantaginaceae**

F<sup>7</sup>

*Plantago nivea* Kunth<sup>n</sup>

Zacate del pastor

**Poaceae**

F

*Avena fatua* L.<sup>i</sup>

Avena mostrenca

*Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter<sup>n</sup>

Zacate popotón

F<sup>7</sup>

*Bouteloua polymorpha* (E. Fourn.) Columbus<sup>n-end</sup>

Zacate navajita

F

	Abrojo	M <sup>3</sup> , P
<i>Cenchrus echinatus</i> L. <sup>n</sup>		F <sup>7</sup>
	Zacate pata de gallo	F <sup>7</sup> , SU <sup>2</sup>
<i>Chloris submutica</i> Kunth <sup>n</sup>		F, SU <sup>2</sup>
	Zacate escobita	F <sup>7</sup> , SU <sup>2</sup>
<i>Chloris virgata</i> Sw. <sup>n</sup>		F <sup>7</sup> , SU <sup>2</sup>
	Zacate gringo	F <sup>7</sup> , SU <sup>2</sup>
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. <sup>i</sup>		F <sup>7</sup>
	Zacate espiguita	F <sup>7</sup>
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link <sup>n</sup>		F
	Zacate colorado	F
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka <sup>i</sup>		F <sup>7</sup>
	Zacate Johnson	F <sup>7</sup>
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. <sup>i</sup>		F
<b>Polygonaceae</b>		F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
	Zanca de cócono	F <sup>7</sup>
<i>Persicaria segeta</i> (Kunth) Small. <sup>n</sup>		F
	Lengua de vaca	F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray <sup>i</sup>		F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
	Lengua de vaca	F <sup>7</sup> , M <sup>3</sup>
<i>Rumex crispus</i> L. <sup>i</sup>		
<b>Portulacaceae</b>		A <sup>1, 2, 6</sup> , F, M <sup>3</sup>
	Verdolaga	
<i>Portulaca oleracea</i> L. <sup>n</sup>		
<b>Solanaceae</b>		A <sup>1, 4, 6</sup> , F
	Jaltomate	
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry <sup>n</sup>		A, M <sup>3</sup>
	Berenjena	
<i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter <sup>n</sup>		

<i>Physalis angulata</i> L. <sup>n</sup>	Tomatillo de perro	A, F
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitch. <sup>n</sup>	Tomatillo	A, F
<i>Physalis lagascae</i> Roem. & Schult. <sup>n</sup>	Tomatillo de perro	F
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav. <sup>n</sup>	Trompillo	M <sup>3</sup> , SU <sup>2</sup>
<i>Solanum rostratum</i> Dunal <sup>n</sup>	Mancamula / mala mujer	M <sup>2,3,6</sup> , P
<b>Verbenaceae</b>		
<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt. <sup>n</sup>	Moradilla	M <sup>3</sup> , SU
<i>Verbena carolina</i> L. <sup>n</sup>	Babosilla	SU

### Anexo 4 - Frecuencias de arvenses presentes en cultivos de maíz de temporal

Familia	Especie	Clave	La Congoja				Terrero La Labor				La Luz				Total
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	SP1	0	10	0	0	0	0	0	0	20	10	20	3	63
	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	SP2	0	0	22	2	3	26	3	3	0	0	0	11	70
	<i>Amaranthus powellii</i> S. Watson	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	SP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
	<i>Gomphrena serrata</i> L.	SP5	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britton	SP6	0	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	19	
Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	SP7	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	17	99	
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	SP9	5	2	3	1	0	2	0	0	26	15	88	21	163
	<i>Conyza microcephala</i> Hemsl.	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	SP11	14	24	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42	
	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	SP12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	
	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	SP13	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	
	<i>Simsia amplexicaulis</i> Pers.	SP14	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	
	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	SP15	8	10	7	2	0	0	0	0	6	10	7	0	50
<i>Xanthium strumarium</i> L.	SP16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	39	5	36	83	
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	SP17	0	0	9	2	0	0	0	2	0	0	0	13	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	SP18	29	15	8	7	33	0	6	0	2	0	0	100	
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	SP19	16	5	27	46	0	6	3	0	1	0	2	117	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha mexicana</i> Müll.Arg.	SP20	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	54	
	<i>Acalypha persimilis</i> Müll.Arg.	SP21	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	
	<i>Euphorbia cuphosperma</i> (Engelm.)Boiss	SP22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	SP23	0	0	0	0	13	0	0	1	0	0	0	14	
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega	SP24	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	
	<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	SP25	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	<i>Hoffmannseggia glauca</i> (Ortega) Eifert	SP26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schtdl.	SP27	0	0	11	0	33	0	3	0	0	0	2	49	
	<i>Malva parviflora</i> L.	SP28	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	34	
Martyniaceae	<i>Proboscidea louisianica</i> (P. Mill.) Thell.	SP29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	SP30	39	46	19	67	0	0	0	0	0	0	0	171	
	<i>Oxalis lunulata</i> Zucc.	SP31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> P. Sweet	SP32	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
Plantaginaceae	<i>Mecardonia procumbens</i> (spreng.) Pennell	SP33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	
Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.	SP34	0	10	5	13	0	0	0	0	0	0	0	28	
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	SP35	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
	<i>Chloris rufescens</i> Lag.	SP36	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	24	
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	SP37	0	0	0	0	0	0	20	0	17	19	0	56	
	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	SP38	0	0	0	0	5	60	0	0	0	0	8	23	
	<i>Melinis repens</i> (Willd. Zizka)	SP39	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	<i>Sorghum halepense</i> Pers.	SP40	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	
	<i>Urochloa panicoides</i> P. Beauv.	SP41	0	0	0	0	0	0	30	2	0	0	0	32	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	SP42	0	0	0	0	0	27	0	0	9	13	0	49	
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.	SP43	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	SP44	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	
	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	SP45	0	0	0	0	10	0	0	0	6	0	0	16	
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	SP46	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
	<i>Glandularia bipinnatifida</i> Nutt.	SP47	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	