

Fecha de recepción: 28-septiembre-2020

Fecha de aceptación: 13-febrero-21

# RIQUEZA, ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE ARVENSES EN PARCELAS SUJETAS A DIFERENTES PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA ALCALDÍA DE CUAJIMALPA, CIUDAD DE MÉXICO

Rivera-Ramírez Ismael<sup>1</sup>, Ríos-De la Cruz Anareli<sup>1</sup>, Bravo-Avilez David<sup>1</sup>, Bernal-Ramírez Luis Alberto<sup>1</sup>, Velázquez-Cárdenas Yetlanezi<sup>1</sup>, de Santiago-Gómez Jesús Ricardo<sup>2</sup>, Lozada-Pérez Lucio<sup>2</sup>, Rendón-Aguilar Beatriz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Biología. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, A.P. 55-535, 09340, CDMX.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. Laboratorio de Plantas Vasculares, Facultad de Ciencias. Circuito Exterior S / N, C.U., Coyoacán, 04510, CDMX.

\*Correo: bra@xanum.uam.mx

## RESUMEN

La agricultura en la Ciudad de México ha sido importante desde la época prehispánica, desarrollándose en diversos sistemas agrícolas tradicionales. Si bien se conocen las especies domesticadas más importantes, la composición y riqueza de las arvenses no ha sido descrita de manera detallada. El presente estudio tuvo como objetivos: 1) Registrar el conocimiento y uso de las arvenses que crecen en los campos de cultivo de la alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México, 2) Comparar la composición, riqueza y diversidad de las arvenses que crecen en parcelas de cultivo de Cuajimalpa sujetas a diferentes prácticas agrícolas (Tradicional vs Tecnificado) y 3) Comparar la composición del banco de semillas de estas parcelas. Se eligieron las localidades de San Lorenzo Acopilco, San Mateo Tlaltenango y San Pablo Chimalpa. Se aplicaron 17 encuestas y se llevaron a cabo 4 muestreos en parcelas con diferentes prácticas agrícolas. Se registró la riqueza, abundancia y composición de las arvenses en muestreos, colectas complementarias y banco de semillas. Se estimó la diversidad así como la similitud florística entre parcelas. Se investigó el estatus migratorio de las especies. Las encuestas indicaron que la agricultura tradicional y el conocimiento de las arvenses prevalece, pero también se incorporaron prácticas tecnificadas hace 30 años. Los muestreos mostraron que la riqueza de especies, la abundancia, la composición florística y la disponibilidad de arvenses útiles variaron entre parcelas con distintas prácticas agrícolas y fueron más similares entre ambas parcelas tecnificadas, evidenciando el uso del herbicida, así como más disímiles entre aquellas con manejo tradicional, sugiriendo que representan reservorios de agrobiodiversidad, principalmente nativas (más del 50% de la riqueza total registrada). Lo anterior sugiere que bajo manejo tradicional, las arvenses nativas presentan estrategias para evadir las nuevas prácticas agrícolas, particularmente el uso de herbicida y fertilizante, pero también a resistir la sustitución por malezas exóticas.

**PALABRAS CLAVE:** agricultura, flora nativa, prácticas tecnificadas, prácticas tradicionales, similitud florística.

## **RICHNESS, ABUNDANCE AND COMPOSITION OF AGRESTALS IN CROP FIELDS UNDER DIFFERENT AGRICULTURAL PRACTICES IN THE CITY HALL OF CUAJIMALPA, MEXICO CITY**

### **ABSTRACT**

Agriculture in Mexico City has been important since pre-Hispanic times, developed under different traditional agricultural systems. Although the most important domesticated species are well recognized, the composition and richness of weeds has not been described in detail. The objectives of the present study were: 1) To record the knowledge and use of the weeds that grow in the fields of the city hall of Cuajimalpa, Mexico City, 2) To compare the composition, richness and diversity of the weeds that grow in plots of Cuajimalpa subject to different agricultural practices (Traditional vs Technified) and 3) To compare the richness and composition of the seed bank in these plots. This study was developed in the localities of San Lorenzo Acopilco, San Mateo Tlaltemango and San Pablo Chimalpa. Seventeen interviews were applied and four samplings were carried out in plots with different agricultural practices. The richness, abundance and composition of the weeds were recorded in samplings, complementary collections and seed bank. The diversity and the floristic similarity between plots were estimated. The migratory status of the species was investigated. Interviews indicated that traditional agriculture and knowledge of weeds prevail, but technified practices were incorporated 30 years ago. Samples showed that the richness species, plant composition, abundance and availability of useful weeds changed and were more similar between both technified plots, evidencing the use of the herbicide. Conversely, it was more dissimilar among those with traditional practices, suggesting that these represent reservoirs of agrobiodiversity, mainly native species (more than 50% of the total richness), which could reflect that under traditional management, native weeds present strategies for evade new agricultural practices, particularly herbicide and fertilizer use, but also resist substitution by exotic weeds.

**KEYWORDS:** agriculture, floristic similarity, native flora, technified practices, traditional practices.

---

### **INTRODUCCIÓN**

Históricamente, el cultivo de maíz ha estado ligado al desarrollo de las culturas originarias en la Cuenca del Valle de México. Diversos estudios indican que el maíz era un cultivo importante en la época prehispánica y que más allá de abastecer de alimento a los pobladores, tenía todo un simbolismo asociado a deidades como Chicomecóatl, Cintéotl, Ilamatecuhtli, Tláloc, Toci, Quetzalcóatl y Xilonen (Broda, 2013). El maíz, junto con otras especies, fue extensamente cultivado en el Valle de México en importantes sistemas productivos prehispánicos acordes a las características ambientales y topográficas del terreno, tales como la chinampa, la terraza, la roza-tumba y quema y el solar (Zuria y Gates, 2006), los cuales llegaron a abastecer a aproximadamente a 20 millones de habitantes (Losada *et al.*, 1998). Después de la conquista, la actividad agrícola en el Valle de

México se fue transformando, de una agricultura rural convencional a un modelo más tecnificado, provocado por los procesos de urbanización e industrialización.

Actualmente, el crecimiento urbano de la Ciudad de México ha llevado a una redistribución de las actividades agropecuarias, pero también a una disminución paulatina de las mismas (Losada *et al.*, 1998; Torres-Lima y Burns, 2002; Torres-Lima *et al.*, 2010; Dieleman, 2017). Sin embargo, la existencia de parches de zonas agrícolas en el oriente, poniente y sur, mantienen y conservan la herencia de ese pasado prehispánico (Rojas-Rabiela, 1985, 1988, 1991). Todavía hacia los años 90s, se aprovechaban alrededor de 29,000 ha para actividades agropecuarias en las alcaldías de Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco en el sur-oriente, junto con las de Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras en el occidente. Cinco años después, Canabal-Cristiani (1995)

reportó que el área agrícola se redujo considerablemente, ya que se destinaba una sexta parte a dichas actividades. El crecimiento poblacional y el abandono del campo han sido algunas de las causas principales de este cambio en el uso de suelo.

Estos parches agrícolas, se ubican dentro del “Suelo de Conservación de la Ciudad de México” (SCCdMx), en donde se incluyen zonas boscosas, pastizales naturales y áreas de recreación (SEDEMA, 2013). El SCCdMx tiene destinadas 87,291 ha, de las que aproximadamente el 30% son empleadas para actividades agrícolas, repartidas en las siete alcaldías mencionadas (INEGI, 2015). Las alcaldías con mayor área de suelo de conservación son Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco y son también las que cubren el 90% de superficie sembrada anualmente (Castelán-Crespo, 2016). Tlalpan con fuerte producción de avena forrajera, mientras que en Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco se siembra casi el 100% del nopal-verdura.

Diversos estudios han abordado el fenómeno de la agricultura en la Ciudad de México (CdMx) desde enfoques antropológicos y económicos, para responder preguntas relacionadas con la dinámica cultural en el escenario rural-urbano de los procesos migratorios recurrentes, las causas que motivan a los habitantes a ser agricultores urbanos (Losada *et al.*, 1998; Torres-Lima y Burns, 2002; Torres-Lima y Rodríguez-Sánchez, 2008; Torres-Lima *et al.*, 2010; Dieleman, 2017), hasta el análisis de los cambios en el uso de suelo y la implementación de políticas gubernamentales tendientes al desarrollo de sistemas urbanos resilientes (Calderón-Contreras y Quiroz-Rosas, 2017). Sin embargo, desde el enfoque de la agrobiodiversidad y la dinámica de las arvenses, paradójicamente no hay estudios.

Existen algunas propuestas que han recreado la composición y riqueza de algunos de los sistemas agrícolas de la CdMx en la época prehispánica y en el período de la conquista (Rojas-Rabiela, 1985, 1988, 1991), en las cuales se mencionan especies como el maíz, el amaranto, el nopal, el maguey y el aguacate. Estudios posteriores, describen la dinámica de la producción agrícola en diferentes alcaldías y todas ellas mencionan

estas especies, pero añadiendo el cultivo de flores y hortalizas, así como la crianza de diferente tipo de ganado (Losada *et al.*, 1996; Losada *et al.*, 1998; Torres-Lima y Burns, 2002; Torres-Lima y Rodríguez-Sánchez, 2008; Torres-Lima *et al.*, 2010; Wigle, 2010; Dieleman, 2017). No obstante, en estas descripciones no se caracteriza a la riqueza y diversidad de las plantas arvenses (también reconocidas como “malezas”), las cuales son especies acompañantes de los cultivos principales o que se hallan en terrenos modificados por el hombre. Estas especies que crecen de manera espontánea, están ligadas, modificadas y adaptadas a diferentes climas, suelos, culturas y tradiciones locales (Espinosa-García y Sarukhán, 1997) y muchas veces constituyen un valor cultural y monetario mayor que los cultivos principales. A esto se añade el papel ecológico que representan en los sistemas agrícolas, ya que disminuyen los riesgos de erosión del suelo al retenerlo; promueven interacciones con los herbívoros, polinizadores y patógenos; ayudan a mantener la humedad del suelo y contribuyen al ciclo de nutrientes (Espinosa-García, 1981; Chacón y Gliessman, 1982; Altieri, 1992; Gliessman, 1998; Liebman, 1999; Blanco y Leyva, 2007; Chávez y Guevara-Féfer, 2003; Marshall *et al.*, 2003; Sans, 2007; Altieri y Nicholls, 2012; Hernández-Villa *et al.*, 2020).

Estudios florísticos previos en el Valle de México y específicamente en la CdMx, reportan la presencia de 42 familias, 165 géneros y 256 especies de plantas ruderales, es decir, especies sinantrópicas que prosperan en sitios perturbados asociados con asentamientos humanos (Espinosa-García y Sarukhán, 1997; Vibrans, 1998a; Vieyra-Odilon y Vibrans, 2001; Sánchez-Blanco y Guevara-Féfer, 2013). Torres-Lima *et al.* (1994), reconocen el papel de las chinampas y, en general, de los campos de cultivo de la CdMx (Serratos-Hernández *et al.*, 2007), como agroecosistemas que albergan gran riqueza de especies vegetales, pero tampoco documentan datos relacionados con las arvenses.

Entre 2017 y 2018 se llevó a cabo el proyecto de investigación “Monitoreo de secuencias transgénicas en maíces nativos del Suelo de Conservación de la Ciudad de México 2017”, de manera conjunta entre

la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente de la CdMx (Rendón-Aguilar y Rocha-Munive, 2018). En este proyecto se aplicaron entrevistas a 370 productores de maíz de las alcaldías Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac y Tlalpan. De éstas, Cuajimalpa fue la que presentó mayor riqueza de variedades (7) y razas de maíz (5), a pesar de ser una de las que ha sufrido reducciones importantes en el área agrícola. Como parte de los resultados relacionados con las prácticas agrícolas que utilizan en su cultivo y la presencia de arvenses, los colaboradores mencionaron a los *quelites*, especies útiles comestibles que crecen de manera espontánea, entre las que se incluye el **quintonil** (*Amaranthus* spp.), “quelite cenizo” (*Chenopodium berlandieri* Moq.), los cuales aún son utilizados principalmente para el consumo familiar. También se mencionaron especies medicinales y forrajeras, principalmente. Los colaboradores indicaron algunas plantas arvenses que crecen en los campos de cultivo y que por su sobreabundancia son un poco “molestas” o “estorbosas”, por lo que utilizan herbicidas para su erradicación. Estos datos sugieren que las arvenses todavía tienen un valor de uso dentro de los pueblos y barrios que conforman las alcaldías con actividad agropecuaria en la CdMx. Sin embargo, la presencia de algunas prácticas tecnificadas (v.g., pesticidas, tractor), pueden estar disminuyendo la riqueza o afectando la composición florística de las arvenses, tanto de aquellas que germinan anualmente, como aquellas que se encuentran en el banco de semillas, aspectos que han sido mencionados por diversos autores (Hyvönen y Salonen, 2002; Hyvönen, 2004; Powles y Preston, 2006; Heggenstaller *et al.*, 2006; Westerman *et al.*, 2006; Beckie y Tardif, 2012).

Con base en estos antecedentes, el presente estudio tuvo como objetivos: 1) Registrar el conocimiento y uso de las arvenses que crecen en los campos de cultivo de la alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México, 2) Comparar la composición, riqueza y diversidad de las arvenses que crecen en parcelas de cultivo de Cuajimalpa sujetas a diferentes prácticas agrícolas (Tradicional vs Tecnificado)

y 3) Comparar la composición del banco de semillas de estas parcelas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

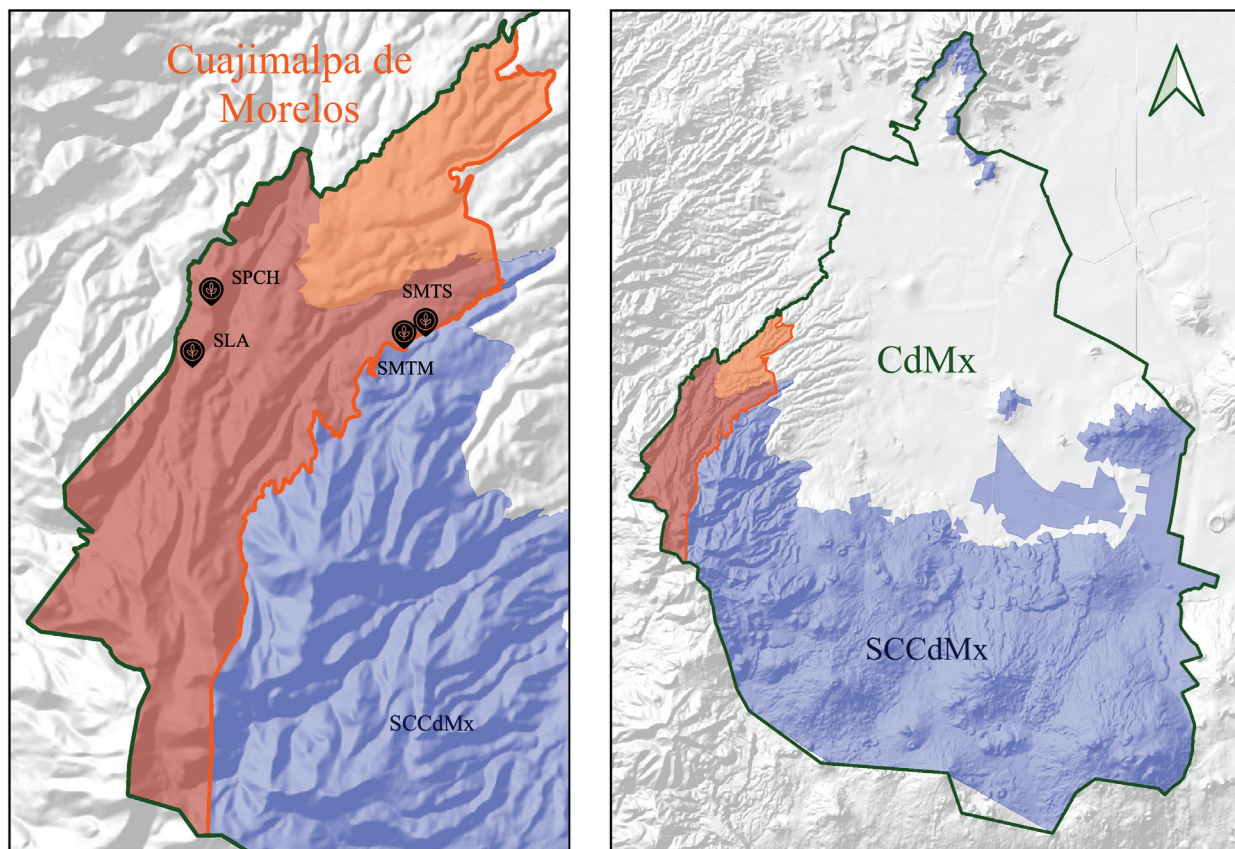
**Área de estudio.** Cuajimalpa de Morelos es una alcaldía que se encuentra al occidente de la Ciudad de México, dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 108 “Ajusco-Chichinautzin” (Arriaga *et al.*, 2000). Tiene una extensión territorial total de aproximadamente 7,729 km<sup>2</sup> y está dividida en 42 colonias, un campamento (i.e., asentamiento irregular) y tres pueblos. El trabajo se realizó en las localidades de San Lorenzo Acopilco (SLA), San Mateo Tlaltenango (SMT) y San Pablo Chimalpa (SPCH) (Figura 1).

En relación a los componentes florísticos, Cuajimalpa está conformada en su mayoría por bosques templados de pino-encino. Las especies de coníferas representativas son: oyamel (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.), ocote (*Pinus teocote* Schiede ex Schltdl. & Cham.) y pino (*Pinus montezumae* Lamb.), que son las especies más abundantes en el territorio; mientras que los encinos son: encino laurelillo (*Quercus mexicana* Bonpl.), quebracho (*Quercus rugosa* Née) y encino de hoja ancha (*Quercus microphylla* Née). La red hidrológica superficial y los manantiales están condicionados por el régimen de lluvias en el período húmedo y por la geomorfología estructural. Los cuerpos de agua más destacados son: Corriente la Coyotera, el río Borracho, río Mixcoac y el río Tacubaya (INAFED, 2020).

El área rural ocupa una superficie de 8,095 ha, de acuerdo con la línea que delimita el SCCdMx y las modificaciones a los límites delegacionales publicados en el Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 1984, de las cuales 1,622 ha (20%) corresponden al suelo urbano y 6,473 ha (80.0%) al suelo de conservación, dentro del cual el 7% está destinado a uso agrícola (INAFED, 2020) donde se siembra maíz, frijol y otros cultivos.

**Prácticas agrícolas en los campos de cultivo, conocimiento y uso de las arvenses.** En noviembre de 2017, fueron visitadas las tres localidades de la alcaldía





**Figura 1.** Mapa del área de estudio dentro de la Ciudad de México (CdMx). Se aprecia la superficie del Suelo de Conservación de la CdMx (SCCdMx, azul), la alcaldía de Cuajimalpa de Morelos (anaranjado) y se señala la ubicación de las parcelas muestreadas en San Lorenzo Acopilco (SLA), San Pedro Chimalpa (SPCH) y San Mateo Tlaltenango (SMTM y SMTS).

de Cuajimalpa, se estableció contacto con las autoridades correspondientes (v.g., representantes) y se solicitó la autorización para trabajar con los productores. Se aplicaron dos tipos de entrevistas semiestructuradas: la primera se aplicó a 17 productores de las localidades indicadas: San Lorenzo Acopilco (SLA), San Mateo Tlaltenango (SMT) y San Pablo Chimalpa (SPCH). Las preguntas incluyeron aspectos relacionados con datos generales del productor, las prácticas agrícolas que siguen en sus cultivos, características del cultivo, problemas en el cultivo y conocimiento del uso de arvenses. Esta información está contenida en el informe del proyecto “Monitoreo de secuencias transgénicas en maíces nativos del suelo de conservación de la Ciudad de México” (Rendón-Aguilar y Rocha-Munive, 2018). La segunda encuesta sólo fue aplicada a los cuatro dueños de las parcelas donde se llevaron a cabo los muestreos; esta última encuesta se realizó en las parcelas de cada uno

de los productores. El cuestionario se dividió en cuatro partes: datos generales del productor, conocimiento y uso de las plantas cultivadas y las arvenses, prácticas agrícolas que llevan a cabo en sus parcelas y forma de control y combate de las arvenses.

**Elección de los sitios de muestreo.** En enero de 2018, se eligieron cuatro parcelas agrícolas destinadas al cultivo de maíz. Se consideró como criterio principal el uso/no uso de herbicidas y fertilizantes químicos (Tabla 1). Las parcelas se categorizaron entonces como parcelas con prácticas agrícolas tradicionales (SLA y SPCH) y prácticas agrícolas tecnificadas (SMTS y SMTM).

**Composición, abundancia, riqueza y diversidad de arvenses en parcelas con diferentes prácticas agrícolas.** Entre junio y noviembre de 2018, en las cuatro parcelas seleccionadas se llevó a cabo el muestreo de las arvenses

**Tabla 1.** Características de las cuatro parcelas donde se llevó a cabo el estudio (A = arado, T = tractor, M = manual, E = estiércol animal, D = desechos de comida, C = ceniza).

FORMA DE MANEJO	PARCELA MUESTREADA	COORDENADAS	ALTITUD (MSNM)	ÁREA DEL TERRENO (M <sup>2</sup> )	MUESTRAS DE SUELO	BARBECHO	SURCADO	DESHIERBE	USO DE ABONO NATURAL/ FERTILIZANTE QUÍMICO	USO DE HERBICIDAS
Tradicional	San Lorenzo Acopilco (SLA)	19° 20' 04.0" N 99° 19' 40.1" W	2918	2,037	18	T	T	M	E,D/NO	No
Tradicional	San Pablo Chimalpa (SPCH)	19° 20' 51.3" N 99° 19' 25.1" W	2898	1,190	18	A	A	M	E,D/NO	No
Tecnificado	San Mateo Tlaltenango 1 (SMTM)	19° 20' 17.9" N 99° 16' 49.2" W	2672	1,858	14	T	T	M	E/Sí (Sulfato)	Sí, (Glifosato)
Tecnificado	San Mateo Tlaltenango 2 (SMTS)	19° 20' 27.8" N 99° 16' 31.1" W	2645	1,930	15	T,A	A	M	C/Sí (Triple 17 y Fosfato)	Sí, (Glifosato)

mediante el método en zig-zag (MZZ) (Caamal y Castillo, 2011). Este método consiste en colocar un cuadro de 50×50 cm cada diez metros, siguiendo un diseño en zig-zag (Figura 2). En cada cuadro se contabilizó la riqueza de morfoespecies, así como la abundancia de cada una. Se hicieron dos muestreos por parcela, el primero entre junio y julio y el segundo entre septiembre y octubre. Adicionalmente, se llevaron a cabo caminatas dentro y alrededor de las parcelas para recolectar aquellas morfoespecies que no se registraron en los muestreos (observaciones complementarias, OC). Todos los ejemplares se procesaron siguiendo las técnicas de recolección, prensado y secado, de acuerdo con Lot y Chiang (1986). Para la nomenclatura de las especies se tomó en consideración la base de datos Plants of the World Online (POWO, 2020) y para el género *Zea* spp. a la CONABIO (2020a). Los ejemplares herborizados se depositaron en el herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME).

**Arvenses en el banco de semillas.** Para el muestreo del banco de semillas (BS) en las cuatro parcelas, el terreno se dividió en cuadrantes de 10×10 m, y en el centro de cada cuadrante, con la ayuda de una pala, se excavó un hoyo a 30 cm de profundidad y se tomó una muestra de aproximadamente un kg de suelo por punto de muestreo (Sánchez-Reyes, 2016).

Debido a que las parcelas difirieron en tamaño y forma, el número de muestras para cada una varió entre 14 y 18 (Tabla 1). El suelo se trasladó al laboratorio de Etnobotánica de la UAM Iztapalapa, donde todas las muestras provenientes de cada parcela se mezclaron, para obtener una sola muestra mixta por parcela. Cada una de ellas se tamizó a través de diferentes diámetros (i.e., 2.380 mm y 1.190 mm) para obtener gránulos más finos de suelo; terminado este proceso, se separaron dos kilos de ese suelo, mismos que fueron repartidos en cajas Petri y mediante un microscopio estereoscópico, pinzas y agujas de disección, se extrajeron las semillas que ahí se encontraban. Posteriormente se identificaron y clasificaron por familias botánicas con ayuda del Manual de Malezas del Valle de México (Espinosa-García y Sarukán, 1997).

**Análisis de datos.** Los datos referentes a las prácticas agrícolas en los campos de cultivo, se analizaron con estadística descriptiva. Se elaboró la lista de las arvenses mencionadas por los agricultores, incluyendo los usos.

Los registros de las plantas y semillas obtenidos en las cuatro parcelas también se organizaron en tres bases de datos diferentes: a) especies registradas en el MZZ, en la cual se incluyeron datos de riqueza de especies, abundancia absoluta de cada especie e incidencia (i.e.,





**Figura 2.** Parcela de San Pedro Chimalpa (SPCH). Se muestra el cuadrante utilizado para los muestreos de las arvenses.

presencia-ausencia). b) especies registradas en OC, que fueron datos de incidencia; c) incidencia de especies registradas en BS.

Los datos de riqueza y abundancia de MZZ se utilizaron para obtener un estimado de la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y la de Simpson ( $D_{sp}$ ). Los datos de presencia-ausencia se utilizaron para elaborar matrices de incidencia de especies por parcelas, con las que se obtuvieron diferentes coeficientes de Jaccard ( $I_j$ ). Se utilizó el método de los pares de grupos no ponderados con la media aritmética (UPGMA, por sus siglas en inglés) y se generó el agrupamiento de las especies a través de un análisis de conglomerados. Los dendrogramas obtenidos fueron una estimación de la similitud florística entre parcelas. Este análisis se generó tres veces: 1) considerando a las especies registradas en MZZ+OC, es decir, la parte aérea de la riqueza de arvenses presente en

las parcelas; 2) considerando únicamente a las especies registradas en BS y 3) un análisis global incluyendo al total de las especies (MZZ+OC+BS). Adicionalmente, se consideraron los datos de incidencia únicamente de cada especie mencionada como útil por parcela (incluyendo su presencia en MZZ+OC+BS) y se aplicó el mismo procedimiento de aglomeración para agrupar a las parcelas con base en la disponibilidad y presencia de las especies útiles. Todos los análisis fueron realizados mediante el programa PAST 4.01 (Hammer *et al.*, 2001). El estatus migratorio de las especies se definió con base en Rzedowski *et al.* (2010) y CONABIO (2020b).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Prácticas agrícolas.** El 94% de los productores entrevistados tienen más de 40 años (42-87), son oriundos de la alcaldía y se han dedicado al campo

toda su vida, es decir, al menos 30 años, sembrando maíz, calabaza, haba, trigo, chilacayota. Algunos también crían animales como caballos, mulas, borregos, conejos y cerdos. Solamente un productor tiene 26 años, es originario del Estado de México y apenas tiene tres años sembrando maíz. El área que destinan actualmente a su actividad agrícola no rebasa la hectárea (150 – 6,000 m<sup>2</sup>). De las 17 parcelas que se visitaron, 11 se ubican dentro de la zona urbanizada y solo seis se consideran todavía parte de la zona rural.

El 100% de las familias destinan la producción de maíz para subsistencia; únicamente cuatro productores mencionan comercialización local y el 36% utiliza el maíz o el rastrojo para alimentar a sus animales. Los productores siembran las variedades de maíz criollo que ellos denominan como blanco, criollo amarillo, rojo, pinto, morado, azul, negrito y cacahuacintle. De acuerdo a la clasificación hecha por Ortega-Paczka (Com. Pers.), las razas puras que se siembran en esta alcaldía son Chalqueño, Cónicos, Elotes Cónicos y Cacahuacintle. También se encuentran híbridos, tales como: Cónicos × Chalqueño, Palomero toluqueño × Cónicos, Elotes Cónicos × Chalqueño, Celaya × Cónico norteño, Híbrido × Cónicos.

En relación al uso de herramientas para la preparación del terreno (i.e., barbecho), 41% de los agricultores lleva a cabo el trabajo manual, el 41% utiliza yunta, el 18% tractor, solo uno de ellos usa yunta y tractor. Las prácticas agrícolas generales que se llevan a cabo son:

a) El barbecho, cruzado y rastreo, que consisten en incorporar todo el rastrojo sobrante al suelo, nivelar y homogeneizar el terreno, así como extraer las raíces más profundas. Estas actividades se llevan a cabo entre diciembre y marzo, después de que se ha cosechado todo el maíz (Figura 3A).

b) El surcado, que consiste en abrir los surcos para la siembra. Generalmente ocurre entre marzo y abril.

c) La siembra, que ocurre con mayor frecuencia en el mes de marzo (71% de los productores), aunque el resto

de los entrevistados mencionaron que se hace entre febrero y abril.

d) Los deshierbes, generalmente entre los meses de abril a agosto. Se llegan a aplicar hasta tres deshierbes, dependiendo del crecimiento de las arvenses. En los meses de mayo y junio se aplica el herbicida, por aquellos productores que lo utilizan (24%).

e) El mateado, que se hace en el mes de abril, a los pocos días de que crecieron las plantas de maíz y consiste en acomodar las plantas en el surco. Esta actividad se hace junto con la escarda, que consiste en agregar un poco de tierra con pequeños movimientos alrededor de las plantas de maíz.

f) El abono, se hace en los meses de abril-mayo y puede ser estiércol de vaca, cerdo o borrego, así como desechos de basura orgánica, los cuales se empezaron a incorporar en los campos de cultivo en las últimas décadas (Losada *et al.*, 1998). El 88% de los productores reportaron su uso. Respecto a los fertilizantes, se aplica principalmente sulfato de amonio o triple 17, el cual fue reportado solo por el 24% de los productores (Figura 3B).

g) El montón o acompañamiento se hace en los meses de mayo-junio y consiste en cubrir con suelo alrededor de las raíces de las milpas para que tenga sostén y “agarre fuerza”.

h) La cosecha de la mazorca, entre noviembre y diciembre. Las mazorcas se almacenan en costales, tambos o en el cincolote, que es una estructura de madera donde se van apilando las mazorcas.

En las cuatro parcelas seleccionadas para el muestreo, se llevan a cabo diferentes prácticas agrícolas (Tabla 1). Las dos parcelas de San Mateo Tlaltenango (SMTM y SMTS) son las que usan fertilizante y herbicidas, por tal motivo se clasificaron como parcelas que usan prácticas agrícolas tecnificadas. Mientras que, debido al uso de abono orgánico sin aplicación de herbicida, en los sitios de San Lorenzo Acopilco (SLA) y San Pablo Chimalpa (SPCH) se clasificaron a las parcelas con prácticas agrícolas





**Figura 3.** A) Parcela de San Mateo Tlaltenango (SMTS) en el mes de mayo, previo a la siembra. Se observa el terreno barbechado; y B) Parcela de San Lorenzo Acopilco (SLA) durante el muestreo de suelo en el mes de mayo. Se muestra en la parte inferior izquierda un montículo de abono.



tradicionales. En el terreno de SPCH se utiliza yunta de caballos, mientras los demás utilizan tractor agrícola. En las parcelas de SLA y SPCH se añaden los desechos orgánicos que traen de otras partes de la alcaldía; el terreno de SPCH tiene una inclinación aproximada de 40% y los desechos orgánicos son depositados mayormente en la parte alta.

**Conocimiento y usos de las arvenses.** Con respecto a las arvenses útiles mencionadas en las 17 encuestas, incluyendo las de los cuatro dueños de las parcelas, se registraron 42 nombres comunes (Tabla 2) de las cuales el 76.7% tiene uso como forraje, comestible, medicinal y/o de ornato (Figura 4). El resto se reconocen por algún atributo particular pero no se usan, como es el caso de los pastos (Poaceae) o el chayotillo (*Echinopepon milleflorus* Naud.).

El uso más importante es el forraje para los animales de traspatio, como borregos, puercos, mulas, caballos, vacas. La obtención del forraje es cortando las plantas cuando se necesitan, durante la época de lluvias, o bien permitiendo el ingreso del ganado directamente a la parcela para pastar; en este caso, el forrajeo ocurre después de la *píxca* o cosecha, a finales de noviembre y se extiende hasta febrero o marzo, antes de iniciar

la preparación del terreno para el siguiente ciclo de cultivo. El forraje es utilizado por los dueños de los terrenos para alimentar a sus propios animales, o bien lo regalan o venden por un precio muy bajo a otros productores de la zona, aún cuando se considera que su valor bromatológico es igual o mayor al de los forrajes comerciales (Espinosa-García y Sarukhán, 1997). Esta dinámica de uso de las arvenses con fines forrajeros ha sido reportada en otros estudios en localidades del Estado de México (Espinosa-García y Díaz-Pérez, 1996; Sánchez-Reyes, 2016). Algunas arvenses que los productores perciben como muy “abundantes”, “latosas”, “trabajosas”, como *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. o *Bidens pilosa* L., son ampliamente utilizadas como forraje (Figuras 5A y 5B).

La presencia de arvenses comestibles como los quelites sigue vigente, aunque en el caso de los terrenos que usan herbicida, prefieren no comerlos. Si bien el número registrado es menor que el de las forrajeras y que el reportado en otros estudios (Espinosa-García y Díaz-Pérez, 1996; Sánchez-Reyes, 2016) todavía existe un uso cotidiano de varias de ellas, como es el caso del jaltomate (*Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry, quelite cenizo (*Chenopodium berlandieri* Moq.) y el quintonil (*Amaranthus hybridus* L.) lo que representa

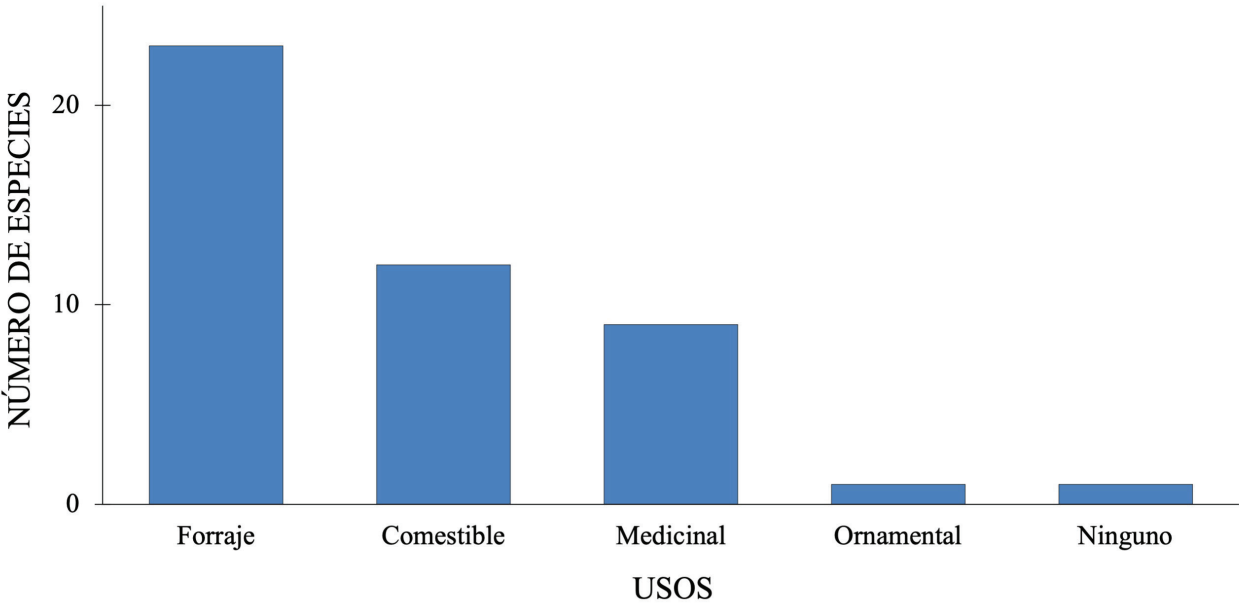


Figura 4. Categorías de uso de las plantas arvenses de la alcaldía de Cuajimalpa de Morelos, CdMx.

**Tabla 2.** Listado de plantas útiles mencionadas en la alcaldía de Cuajimalpa  
(En negritas se indican las especies nativas); (NA= no se registro uso); (SM= solo fueron mencionadas).

NOMBRE COMÚN	USO	NOMBRE CIENTÍFICO	PERCEPCIÓN DE ABUNDANCIA
Achual	Forraje	<b><i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.</b>	SI
Achual blanco	Forraje	<b><i>Bidens pilosa</i> L.</b>	SI
Árnica de monte	Medicinal	SM	
Avena	Forraje	<i>Avena fatua</i> L.	
Asisi, pata de mula	Forraje	<b><i>Zea mays</i> ssp. <i>mexicana</i> (Schrader) Iltis</b>	
Calabacilla	NA	SM	
Chayotillo, atatana	NA	<b><i>Echinopepon milleflorus</i> Naud.</b>	SI
Chichipil	Comestible	SM	
Chivito	Comestible	SM	
Estafiate	Medicinal	<b><i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.</b>	
Frambuesa	Comestible	<i>Rubus</i> spp.	SI
Girasol	Comestible- forraje	SM	
Gordolobo	Medicinal	<b><i>Gnaphalium</i> sp.</b>	
Hierba del pollo	Forraje	<b><i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl</b>	
Hierba rasposa	Forraje	<b><i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff</b>	
Hierbamora	Comestible	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	
Jaltomate	Comestible	<b><i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L.Gentry</b>	
Jaramao	Forraje	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	SI
Jarilla	Medicinal-forraje	<i>Baccharis salicina</i> Torr. & A.Gray	SI
Lechuguilla	Forraje	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	SI
Lengua de vaca	Medicinal-forraje	<i>Rumex acetosella</i> L., <i>Rumex crispus</i> L.	
Lentejilla	Medicinal- forraje	<b><i>Lepidium virginicum</i> L.</b>	
Malva	Comestible- forraje	<i>Malvaceae</i>	SI
Mirasol	Ornato	<b><i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.</b>	
Mostaza, Nabo	Medicinal- forraje	<i>Brassica rapa</i> L.	SI
Nabo blanco	NA	SM	SI
Pasto jardinero	NA	SM	SI
Pasto pipilote	Forraje	<b><i>Bromus carinatus</i> Hook. &amp; Arn.</b>	
Pata de leon	Forraje	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	
Pata de pollo	NA	SM	SI
Pegaropa	NA	SM	SI
Perilla	Forraje	<b><i>Lopezia racemosa</i> Cav.</b>	
Poleo de hierba del golpe	Medicinal	SM	
Quelite cenizo	Comestible- forraje	<b><i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.</b>	
Quintonil	Comestible- forraje	<b><i>Amaranthus hybridus</i> L.</b>	
Sonajilla	NA	SM	
Tepozán	NA	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	SI
Toronjil	Medicinal-forraje	<i>Melissa officinalis</i> L.	
Trébol	Comestible- forraje	<i>Trifolium</i> sp.	
Trébol xocoyol	Comestible, Forraje	<b><i>Oxalis hernandesii</i> DC., <i>Oxalis divergens</i> Benth. ex Lindl.</b>	
Vinagrera	Comestible- forraje	<i>Rumex</i> sp.	
Zacatillo	NA	SM	SI



**Figura 5.** A) Parcela de San Pedro Chimalpa (SPCH). Cultivo de maíz en el mes de junio. Se observa un ejemplar de *Simsia amplexicaulis*; y B) Parcela de SMTM durante el muestreo de arvenses en el mes de noviembre. Se observan individuos de *Simsia amplexicaulis* (flores amarillas) y *Bidens pilosa* (flores blancas).



un aporte nutricional importante para muchas familias (Velázquez-Ibarra *et al.*, 2016; Santiago-Saenz *et al.*, 2019; Mateos-Maces *et al.*, 2020) pero que también está en riesgo de desaparecer. El uso medicinal, si bien es cada vez menos frecuente, todavía se reportan algunas especies como el estafiate (*Artemisia ludoviciana* Nutt.) que es usado como remedio para curar el dolor de estómago, la lengua de vaca (*Rumex acetosella* L. o *Rumex crispus* L.) que se usa como desinflamatorio y anestésico, o la lentejilla (*Lepidium virginicum* L.) que es utilizado para descongestionar las fosas nasales. Algunas de las arvenses presentan flores llamativas y por lo tanto se utilizan como ornamento; tal es el caso de algunas especies de la familia Asteraceae, como el acahual blanco (*Bidens pilosa*) y el acahual amarillo (*Simsia amplexicaulis*) que se utilizan para adornar los altares el día de muertos.

El conocimiento y uso de las arvenses, o malezas como son localmente llamadas, es menor en cuanto al número de especies mencionadas, pero es similar en relación a los nombres y los usos reportados en otros estudios. Espinosa-García y Díaz-Pérez (1996) registraron 38 especies utilizadas como forraje en varios municipios del Estado de México. Sánchez-Reyes (2016) reporta 54 especies reconocidas, nombradas y/o usadas en cinco formas, principalmente como forraje. Si bien el conocimiento y uso tradicional de muchas arvenses aún se conserva dentro de estos barrios o asentamientos de la alcaldía, a pesar del crecimiento acelerado de la urbanización, algunas especies que anteriormente eran muy abundantes en los campos de cultivo, de acuerdo a la perspectiva de los productores, han desaparecido con la urbanización; tal es el caso del pericón (*Tagetes lucida* Cav.), o son cada vez menos abundantes, como la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y el nabo (*Brassica rapa* L.).

Desde la percepción de los productores, las arvenses no son consideradas plantas agresivas, aunque cada vez es más frecuente la presencia de pastos deportivos (*Poa annua* y otras gramíneas), del asisi o teocintle (*Zea mays* ssp. *mexicana* (Schrader) Iltis), del acahual blanco (*Bidens pilosa*) y el acahual amarillo (*Simsia amplexicaulis*). A

pesar de ello, prácticamente todas las arvenses son toleradas, incluyendo aquellas que no tienen un uso. Su presencia es controlada mediante los deshierbes, los cuales se llevan a cabo entre los meses de junio a septiembre; durante ese tiempo, cortan las hierbas que usan como forraje verde o fresco para los animales. Esta práctica tradicional favorece la permanencia de diversas especies en la parcela hasta el final del ciclo agrícola y su persistencia en el banco de semillas (Storky y Neve, 2018). El uso del herbicida también representa otra forma de controlar las arvenses, pero con el consecuente efecto negativo en la composición de especies. Pocos productores lo usan (17.6%) y su aplicación es una vez durante todo el ciclo de cultivo, aproximadamente a los 45 días después de la siembra. Principalmente es utilizado para evitar la competencia entre las arvenses y las plántulas de maíz al inicio del cultivo. A pesar de que su uso no es tan intensivo como en otros lugares de México o el mundo, el presente estudio mostró algunas evidencias del posible efecto acumulado de dichos pesticidas, como se muestra más adelante.

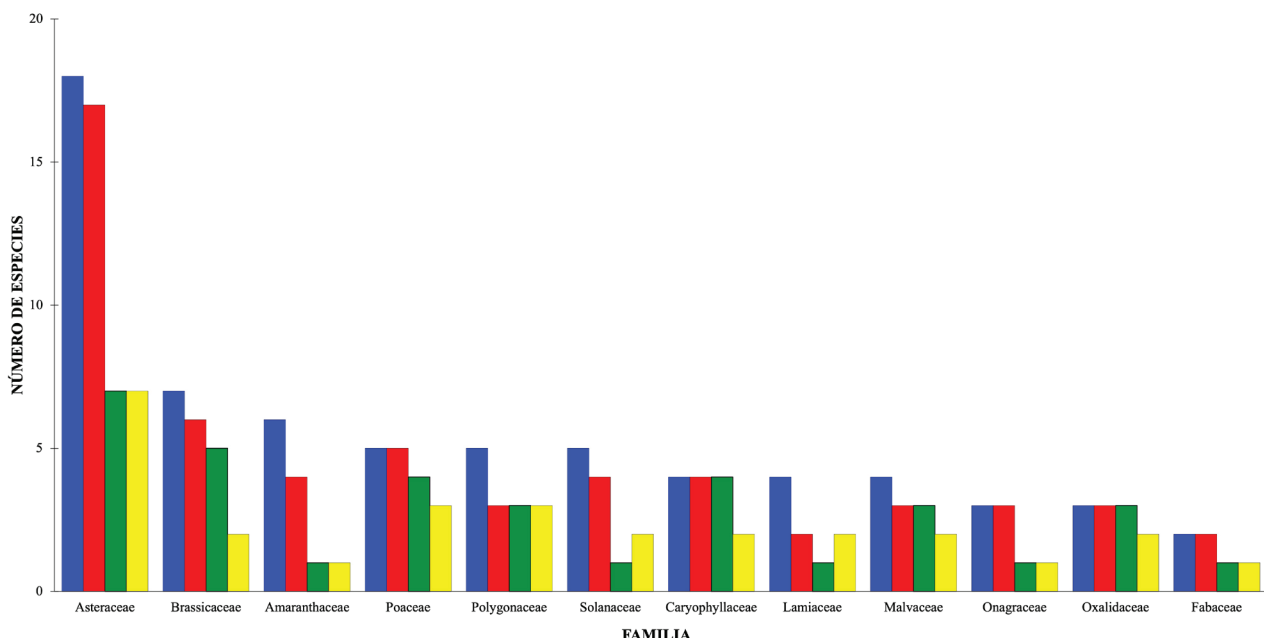
No existen evidencias de que los agricultores promuevan la presencia de algunas especies de arvenses para aumentar su disponibilidad. Sin embargo, el forrajeo que hace el ganado en los terrenos de cultivo después de la cosecha de las mazorcas, pudiera estar promoviendo la mayor incidencia de algunas especies anuales mediante la dispersión de las semillas (Frost y Launchbaugh, 2003). A pesar de que los objetivos del presente estudio no pretendían abordar específicamente las formas de manejo de este grupo de plantas, sería importante profundizar en estos procesos, incluso de manera comparativa tratando de entender el manejo pasado y actual de muchas arvenses tanto de especies como los quelites o forrajeras. Esto debido a que en las últimas décadas ha tomado mayor importancia el uso de especies con potencial forrajero en esta y otras alcaldías, particularmente por los programas de apoyo a los productores con ganado como chivos y borregos. Además, el manejo de las poblaciones de quelites podría tener efectos en algunos de sus atributos, como se ha demostrado en otros estudios (v.g., Bernal-Ramírez *et al.*, 2021 y citas dentro).

### Riqueza, abundancia, composición y diversidad de arvenses en parcelas con diferentes prácticas agrícolas.

En los muestreos de zig-zag en las cuatro parcelas (MZZ), se colectaron 42 especies correspondientes a 19 familias botánicas, de las cuales las familias Asteraceae (7 especies) y Brassicaceae (5 especies) fueron las más representativas (Figura 6). El número de familias botánicas entre las parcelas con los dos tipos de prácticas agrícolas es muy similar (rango de 11-12 familias) (Tabla 3, Tabla 4). Las familias registradas, así como la abundancia de especies de cada una de ellas, son prácticamente las mismas que se han reportado en estudios similares (Vieyra-Odilon y Vibrans, 2001; Sánchez-Reyes, 2016).

Respecto a la riqueza de especies, se registró mayor número entre aquellas parcelas con prácticas agrícolas tradicionales (45 vs. 59 especies). Sin embargo, los análisis de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y de Simpson ( $D_{Si}$ ) no mostraron un patrón asociado a dichas prácticas: SMTM tuvo la mayor diversidad de especies ( $H' = 2.143$ ;  $D_{Si} = 0.824$ ;  $S = 17$ ), seguida de SLA ( $H' = 2.138$ ;  $D_{Si} = 0.816$ ;  $S = 18$ ), SMTS ( $H' = 1.948$ ;  $D_{Si} = 0.786$ ;  $S = 17$ ) y SPCH ( $H' = 1.795$ ;  $D_{Si} = 0.686$ ;  $S = 20$ ).

Referente a la abundancia de especies obtenida en MZZ, se observaron algunas tendencias: las dos parcelas con prácticas agrícolas tecnificadas, presentaron mayor similitud de las especies más abundantes: SMTS con *Lopezia racemosa* Cav., *Medicago polymorpha* L., *Lepidium didymum* L.; SMTM con *Lopezia racemosa*, *Lepidium didymum* y *Poa annua* L. También fue notable que especies nativas como *Chenopodium berlandieri* Moq., *Artemisia ludoviciana* Nutt., *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pavon o algunas especies de *Oxalis* spp., no fueron registradas en dichas parcelas. En el caso de las parcelas con prácticas agrícolas tradicionales, las especies más abundantes variaron entre parcelas y con respecto a las anteriores: SPCH con *Poa annua*, NI1 y *Lopezia racemosa*; SLA con *Bromus carinatus* Hook. & Arn., *Simsia amplexicaulis* y *Bidens pilosa* (Tabla 4). La mayoría de las especies son nativas; incluso algunas de ellas se consideran “malezas” adaptadas al cultivo de maíz con manejo tradicional, como es el caso de *L. racemosa* y *S. amplexicaulis*. Este patrón en la composición de especies en parcelas con manejo tradicional también ha sido reportado en otros estudios (Rzedowski *et al.*, 2010; Molina-Freaner *et al.*, 2008). Estas tendencias se corroboraron con el análisis de similitud florística MZZ+OC, el cual mostró



**Figura 6.** Familias de especies arvenses más representadas presentes en la alcaldía de Cuajimalpa: registro total de especies (MZZ+OC+BS, azul); especies registradas en observaciones complementarias (OC, rojo); especies registradas en el muestreo (MZZ, verde); especies registradas en el banco de semillas (BS, amarillo).

**Tabla 3.** Lista de familias botánicas y especies registradas en la alcaldía de Cuajimalpa. Se indica el registro de las especies recolectadas en las parcelas muestreadas (**MZZ**), en las observaciones complementarias (**OC**), semillas registradas en las muestras de suelo (**BS**). En negritas se indican las especies nativas. (\* indica especies útiles registradas en cada parcela).

FAMILIA	ESPECIE (ACEPTADO)	SINÓNIMO	SMTS	SMTM	SPCH	SLA
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> sp.		OC, BS	BS	BS	OC, BS
Amaranthaceae	<b><i>Amaranthus hybridus</i> L.*</b>		OC	OC, BS	OC, BS	OC, BS
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L.		BS	OC	OC, BS	OC, BS
Amaranthaceae	<b><i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.*</b>				OC	OC, MZZ
Amaranthaceae	<b><i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin &amp; Clemants *</b>	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	BS	BS	BS	BS
Amaranthaceae	<b><i>Suaeda nigra</i> (Raf.) J. F. Macbr.</b>	<i>Suaeda torreyana</i> S. Watson			BS	
Apiaceae	<b><i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton &amp; P. Wilson</b>	<i>Apium leptophyllum</i>				OC
Asteraceae	<b><i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.*</b>				OC	
Asteraceae	<b><i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff *</b>		BS	OC	OC, MZZ	
Asteraceae	<b><i>Bidens bipontina</i> Sherff *</b>	<i>Bidens serrulata</i>	BS	BS	OC	
Asteraceae	<b><i>Bidens pilosa</i> L. *</b>	<i>Bidens odorata</i>	OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS	OC, BS	OC, MZZ
Asteraceae	<i>Erigeron</i> sp.				OC	
Asteraceae	<b><i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz &amp; Pav.</b>					OC, MZZ
Asteraceae	<b><i>Gnaphalium americanum</i> Mill.</b>			OC	OC	
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.*					OC
Asteraceae	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub		OC, MZZ			
Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.		BS	OC, MZZ, BS	OC, BS	OC, BS
Asteraceae	<i>Laennecia gnaphalioides</i> Cass.	<i>Conyza gnaphalioides</i> Kunth				OC
Asteraceae	<b><i>Sabazia multiradiata</i> (Seaton) Longpre</b>				OC, MZZ	
Asteraceae	<b><i>Schkuhria schkuhrioides</i> Thell.</b>				BS	
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i> L.		OC			
Asteraceae	<b><i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav) Pers.*</b>		OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS	OC, MZZ	OC, MZZ, BS
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.*			OC	OC, BS	
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg. Weber			OC		OC
Asteraceae	<b><i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.</b>				OC	
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.) W. D. J. Koch			OC		
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.*			OC	OC, MZZ	OC, MZZ
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		OC, MZZ			OC, MZZ
Brassicaceae	<b><i>Lepidium costaricense</i> Thell.</b>		OC	OC		
Brassicaceae	<i>Lepidium didymum</i> L.	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Smith	OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS		OC, MZZ
Brassicaceae	<b><i>Lepidium virginicum</i> L.*</b>		OC, MZZ, BS	BS		
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.*		OC, MZZ	OC, MZZ	OC, MZZ	OC
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.				OC, MZZ	
Caryophyllaceae	<b><i>Drymaria</i> aff. <i>xerophylla</i> A. Gray</b>			OC, MZZ		

Tabla 3. Continuación

FAMILIA	ESPECIE (ACEPTADO)	SINÓNIMO	SMTS	SMTM	SPCH	SLA
Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i> Bartl.			OC, MZZ	OC, BS	BS
Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i> L.				OC, MZZ, BS	OC, BS
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl *		OC, MZZ, BS	OC, MZZ	OC, MZZ	OC, BS
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae sp. 1			OC		OC, MZZ
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.		OC, BS			OC, MZZ
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.		OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS		OC, MZZ, BS
Fabaceae	<i>Vicia pulchella</i> Kunth				OC	
Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i> Peyr. *		OC, MZZ	OC	OC, MZZ	
Iridaceae	<i>Sisyrinchium cernuum</i> (E. P. Bicknell) Kearney		OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS	BS	
Lamiaceae	<i>Mesospaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.			OC, MZZ	OC, MZZ
Lamiaceae	<i>Salvia hirsuta</i> Jacq.					BS
Lamiaceae	<i>Salvia reptans</i> Jacq.		BS			
Lamiaceae	<i>Stachys agraria</i> Schltldl. & Cham.					OC
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.		OC	OC		
Malvaceae	<i>Fuertesimalva jacens</i> (S. Watson) Fryxell	<i>Urocarpidium jacens</i> (S. Watson) Krapov.				BS
Malvaceae	<i>Kearnemalvastrum subtriflorum</i> (Lag.) D. M. Bates			OC, MZZ		
Malvaceae	<i>Malva nicaeensis</i> All.					OC, MZZ
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.		OC, MZZ			OC, BS
Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.*		OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS	OC, MZZ	OC, BS
Onagraceae	<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng.		OC		OC	OC
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton		OC			
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.*		OC, MZZ	OC, MZZ, BS	OC, MZZ	OC, MZZ
Oxalidaceae	<i>Oxalis divergens</i> Benth. ex Lindl.*				OC, MZZ	OC
Oxalidaceae	<i>Oxalis hernandesii</i> DC.*				OC, MZZ, BS	
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.				OC, MZZ	OC, BS
Poaceae	<i>Avena fatua</i> L.*				OC	
Poaceae	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.*		OC	OC	OC, BS	OC, MZZ, BS
Poaceae	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. ex A. Rich.		OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS		OC
Poaceae	<i>Muhlenbergia ramulosa</i> (Kunth) Swallen Swallen			OC	OC, MZZ	
Poaceae	<i>Poa annua</i> L.		OC, BS	OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS	OC, MZZ, BS
Polygonaceae	<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small	<i>Polygonum punctatum</i>	BS	BS		BS



Tabla 3. Continuación

FAMILIA	ESPECIE (ACEPTADO)	SINÓNIMO	SMTS	SMTM	SPCH	SLA
Polygonaceae	<b><i>Polygonum aviculare</i> L.</b>		OC, BS	BS	BS	OC, MZZ, BS
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.*				OC	
Polygonaceae	<i>Rumex cf. crispus</i> L.*		OC, MZZ	OC, MZZ, BS	OC, BS	OC, BS
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.*			OC, MZZ	OC, MZZ	OC, MZZ
Rosaceae	<i>Alchemilla</i> sp.				OC	
Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i> sp. 1					OC
Solanaceae	<b><i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry *</b>		BS	BS		BS
Solanaceae	<b><i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter</b>		OC			OC
Solanaceae	<b><i>Physalis philadelphica</i> Lam. *</b>				OC, BS	OC, MZZ
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti *		OC			
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.					OC
Verbenaceae	<i>Verbena menthifolia</i> Benth.			OC		
NA	NI1		MZZ		MZZ	
NA	NI2				MZZ	
ESPECIES TOTALES	79		38	39	46	45
ESPECIES ÚTILES	27		15	18	23	17

dos grupos: i) SLA, SMTS y SMTM y ii) SPCH (corr. cofenética = 0.613; Tabla 3; Figura 7a).

Las posibles explicaciones al tipo de especies registradas en las parcelas con manejo tecnificado deberían estar asociadas con el uso de agroquímicos. Por una parte, el fertilizante nitrogenado en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ), que puede generar acidez en los suelos y provocar cambios en las comunidades de plantas (Baldocini, 2015; Ochoa-Hueso, 2017). Por otro lado, también es posible que la acción del herbicida hacia plantas no objetivo afecte su estructura comunitaria (Salazar y Aldana, 2011), lo que pudiera estar influyendo en las abundancias del resto de las especies. Así, los resultados muestran que en estas dos parcelas (i.e., SMTS y SMTM) más del 50% de la abundancia corresponde a sólo tres especies. En relación al uso del herbicida glifosato, cuyos residuos generalmente se acumulan en los primeros 15 cm del suelo, representa una amenaza importante para la

actividad microbiológica del suelo y para las raíces de las plantas no objetivo (Civeira, 2012) y puede favorecer la proliferación de ciertas especies, como *Chenopodium album* L. o *Raphanus raphanistrum* L., que han mostrado niveles de tolerancia más altos a estos productos químicos (Woźniak y Soroka, 2015) y que son especies que se registraron en estas parcelas. La presencia de ciertas especies con altos valores de abundancia, junto con el menor número de especies totales registradas en estas dos parcelas, así como su mayor similitud obtenida con el Índice de Jaccard, sugieren que el efecto del herbicida está reduciendo la riqueza y la diversidad de especies a pesar de las relativas bajas dosis que se utilizan en cada ciclo agrícola, como se ha reportado en otros estudios (Molina-Freaner et al., 2008; Woźniak y Soroka, 2015).

El uso del tractor también se suma a los cambios en la composición florística el cual, dependiendo del grado de compactación que provoque en el suelo (Jurik y Zhang,

**Tabla 4.** Valores de abundancia de las especies registradas en las cuatro parcelas muestreadas mediante el método de zig-zag (**MZZ**). En negritas se indican las especies nativas. (\* indica especies útiles registradas en cada parcela).

FAMILIA	ESPECIE (ACEPTADO)	SMTS	SMTM	SPCH	SLA
Amaranthaceae	<b><i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.*</b>	0	0	0	12
Asteraceae	<b><i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff *</b>	0	0	4	0
Asteraceae	<b><i>Bidens pilosa</i> L.*</b>	10	13	0	40
Asteraceae	<b><i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz &amp; Pavon</b>	0	0	0	8
Asteraceae	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	1	0	0	0
Asteraceae	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	0	8	0	0
Asteraceae	<b><i>Sabazia multiradiata</i> (Seatori) Longpre</b>	0	0	1	0
Asteraceae	<b><i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav) Pers.*</b>	8	17	10	100
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.*	0	0	3	1
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1	0	0	6
Brassicaceae	<i>Lepidium didymum</i> L.	64	41	0	7
Brassicaceae	<b><i>Lepidium virginicum</i> L. *</b>	18	0	0	0
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. *	1	2	1	0
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	0	0	17	0
Caryophyllaceae	<b><i>Drymaria aff. xerophylla</i> A. Garay</b>	0	25	0	0
Caryophyllaceae	<b><i>Drymaria glandulosa</i> Bartl.</b>	0	20	0	0
Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i> L.	0	0	2	0
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl *	1	4	3	0
Cucurbitaceae	Cucurbitaceae sp. 1	0	0	0	5
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	0	0	0	30
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	67	27	0	5
Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i> Peyr. *	1	0	5	0
Iridaceae	<b><i>Sisyrinchium cernuum</i> (E. P. Bicknell) Kearney</b>	16	3	0	0
Lamiaceae	<b><i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze</b>	0	0	1	5
Malvaceae	<b><i>Kearnemalvastrum subtriflorum</i> (Lag.) D. M. Bates</b>	0	1	0	0
Malvaceae	<i>Malva nicaeensis</i> All.	0	0	0	15
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	36	0	0	0
Onagraceae	<b><i>Lopezia racemosa</i> Cav.*</b>	217	112	35	0
Oxalidaceae	<b><i>Oxalis corniculata</i> L.*</b>	6	7	6	11
Oxalidaceae	<b><i>Oxalis divergens</i> Benth. ex Lindl.*</b>	0	0	9	0
Oxalidaceae	<b><i>Oxalis hernandesii</i> DC.*</b>	0	0	7	0
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir	0	0	11	0
Poaceae	<b><i>Bromus carinatus</i> Hook. &amp; Arn. *</b>	0	0	0	136
Poaceae	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. ex A. Rich.	44	2	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia ramulosa</i> (Kunth) Swallen Swallen	0	0	14	0
Poaceae	<i>Poa annua</i> L.	0	30	198	4
Polygonaceae	<b><i>Polygonum aviculare</i> L.</b>	0	0	0	7
Polygonaceae	<i>Rumex cf. crispus</i> L.*	1	1	0	0
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.*	0	2	1	6

Tabla 4. Continuación

FAMILIA	ESPECIE (ACEPTADO)	SMTS	SMTM	SPCH	SLA
Solanaceae	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.*	0	0	0	21
NA	NI1	44	0	41	0
NA	NI2	0	0	1	0
ESPECIES TOTALES	42	17	17	21	19
ESPECIES ÚTILES	17	9	9	11	8

1999; Gómez-Calderón *et al.*, 2018), puede favorecer la germinación de ciertas malezas. Se ha reportado que *Setaria faberi* R. A. W. Herrm., *Cenchrus americanus* (L.) Morrone, *Amaranthus tuberculatus* (Moq.) J. D. Sauer y *Chenopodium album* ((Jurik y Zhang, 1999; Tardif-Paradis *et al.*, 2015) proliferan con el uso del tractor. En el caso de las parcelas estudiadas, ambas parcelas con prácticas tecnificadas (SMT) presentan cierta similitud florística con la parcela de SLA. En estas tres parcelas se reportó el uso del tractor (Tabla 1). Las especies que comparten son introducidas (Tabla 3) (*Medicago polymorpha*, *Eleusine multiflora* Hochst. ex A. Rich. y *Persica punctata* (Elliott) Small) y es posible que la rotación del terreno favorezca su germinación. No se descarta, sin embargo, que la mayor similitud entre ambas parcelas de SMT pudiera deberse a su ubicación geográfica, ya que ambas se ubican dentro del mismo barrio, lo que pudiera favorecer la dispersión entre ellas.

**Arvenses en el banco de semillas en parcelas con diferentes prácticas agrícolas.** Se registraron un total de 36 especies y 16 familias botánicas en el BS. La familia Asteraceae presentó el mayor número de especies (7), seguido de Amaranthaceae (5) (Tabla 3; Figura 6). El 58.3% de las especies son nativas. Si bien el número de especies halladas en el BS es similar entre las parcelas (19-21 especies), la composición cambia. Algunas especies se encontraron en las cuatro parcelas: *Alternanthera* sp., *Jaegeria hirta* (Lag.) Less., *Simsia amplexicaulis*, *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, *Poa annua* y *Polygonum aviculare* L. Otras estuvieron presentes sólo en aquellos terrenos con prácticas agrícolas tecnificadas (SMTM y SMTS): *Bidens serrulata* (Poir.) Desf., *Lepidium didymus*, *Lepidium virginicum* L., *Eleusine multiflora*, *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L.

Gentry. En el caso de los terrenos con prácticas agrícolas tradicionales, únicamente dos especies se compartieron: *Spergula arvensis* L. y *Bromus carinatus*. De manera comparativa, hubo más semillas de especies nativas en las parcelas con prácticas tradicionales (33) que con tecnificadas (24).

Algunas especies se registraron únicamente en el BS: *Schkuhria schkuhrioides* (Link & Otto) Thell., *Dysphania ambrosioides*, *Suaeda nigra* (Raf.) J. F. Macbr., entre otras (Tabla 3). Los resultados muestran que el número de especies en el BS es menor que el de la parte aérea presente en las parcelas (MZZ + OC). El análisis de similitud florística diferencia tres grupos: i) SMTM y SMTS; ii) SLA y iii) SPCH (corr. cofenética = 0.95) (Figura 7b). Nuevamente, las parcelas con manejo tecnificado presentaron mayor similitud entre sí.

En relación a la riqueza y composición florística registrada en el banco de semillas, los hallazgos reportados en el presente estudio indican que existe una gran riqueza de especies en el banco de semillas, comparada con otros estudios en áreas mayores como en el Valle de México (Molina-Freaner *et al.*, 2008). Sin embargo, no hubo diferencias en la riqueza de especies presentes en el BS entre las parcelas con diferentes prácticas agrícolas. Los datos reportados en la literatura son variables y, por tanto, no concluyentes. Algunos estudios resaltan que la secuencia de cultivo, el tipo de labranza (McIntyre, 1985; Jurik y Zhang, 1999; García-Orenes *et al.*, 2009; Tardif-Paradis *et al.*, 2015; Woźniak y Soroka, 2015) y los tratamientos de herbicidas pueden ejercer una fuerte influencia en la lluvia de semillas y en la composición del banco de semillas (Requesens y Rosas, 1999). Otros estudios más específicos han comparado

la riqueza y diversidad de especies en el banco de semillas con manejo tradicional y con uso de herbicidas. Algunos estudios muestran cambios en el tiempo en la diversidad (no riqueza) de especies en las mismas parcelas muestreadas, con diferencias significativas en  $t_0$ , las cuales se pierden en  $t_{+r}$ . Otros sugieren que el uso de herbicidas puede disminuir la riqueza y composición de especies por un tiempo, pero esta puede volver a aumentar debido a un proceso de reemplazo (Roberts y Neilson, 1981; Molina-Freaner *et al.*, 2008). Aunque estos mismos autores mencionan que también depende del tipo de herbicida utilizado y el cultivo principal. Otros más mencionan que la densidad y diversidad de malezas es mayor en cultivos con manejo orgánico o un manejo convencional mínimo (Koocheki *et al.*, 2009; Hashemi *et al.*, 2014). Incluso, en términos de la similitud entre la composición de una misma parcela en diferentes años, es baja, sugiriendo que la composición cambia (Boguzas *et al.*, 2004). Si bien no hubo diferencias en la riqueza, la similitud entre ambas parcelas con prácticas tecnificadas es alta, comparada con las otras parcelas. Debido a que otros estudios han hecho comparaciones durante varios años y además han considerado la distribución vertical de las semillas, se sugiere tomar estos datos con reserva y establecer un estudio a largo plazo.

La literatura reporta que parcelas de cultivo con manejo tradicional, tienden a mantener en su banco de semillas una mayor cantidad de especies nativas (Vibrans, 1998b; Molina-Freaner *et al.*, 2008). El conteo cualitativo de la riqueza de especies nativas vs. introducidas en los campos con prácticas agrícolas tradicionales analizados en Cuajimalpa, mostró una proporción de 33/24, lo que apoya los hallazgos previos. Sin embargo, los comentarios de los productores de la reciente invasión de algunos pastos, así como la desaparición de algunas especies de los campos de cultivo, puede poner en riesgo este banco nativo de semillas.

**Composición y riqueza total de arvenses en la alcaldía de Cuajimalpa.** El total de especies registradas para las localidades estudiadas (i.e., MZZ, CO y BS) indica que, en la alcaldía de Cuajimalpa, existen al menos 79 especies de arvenses, incluyendo dos morfoespecies

no identificadas (NI1 y NI2); correspondientes a 23 familias botánicas. Las familias más representadas fueron Asteraceae (18 taxones), Brassicaceae (7 taxones) y Amaranthaceae (6 taxones) (Figura 6) y en cuanto a riqueza de familias, no hubo diferencias entre las parcelas con los dos tipos de control de arvenses. El 50.6% de las especies son nativas. Para algunas familias, como Asteraceae, Chenopodiaceae o Lamiaceae (Figura 6) el número de especies aumentó, o bien familias como Rosaceae y Verbenaceae, contribuyeron al registro total. Consideramos que esto fue debido a que se recolectaron en los alrededores de las parcelas o a orillas del camino, o fueron mencionadas por los productores. Sin embargo, no se puede afirmar que no puedan crecer en los campos de cultivo. Este estudio representa datos de un año de muestreo, por lo que una mejor aproximación al entendimiento de la dinámica de las arvenses en los campos de cultivo debe respaldarse en muestreos comparativos de varios años (Weibull *et al.*, 2003).

En términos de la composición de especies, nuevamente se registraron diferencias entre ambos grupos de parcelas: SLA y SPCH presentaron un mayor número de especies en total (Tabla 3). El análisis de similitud florística diferencia tres grupos: i) SLA; ii) SMTM y SMTS y iii) SPCH (corr. cofenética = 0.925; Figura 7c).

El registro florístico de las arvenses en la alcaldía de Cuajimalpa arrojó un total de 79 taxones botánicos diferentes, sumando plantas recolectadas (MZZ + OC) y BS. Se encontró una proporción equitativa de especies nativas e introducidas (Rzedowski *et al.*, 2010; CONABIO 2020b) lo que pudiera estar evidenciando este cambio debido a las propias prácticas agrícolas, así como a los procesos de urbanización. Sin embargo, la mayoría tienen una utilidad, aunque algunas son consideradas como abundantes o difíciles de erradicar. No se exploraron a fondo otras percepciones sobre las arvenses, como los servicios ecosistémicos que aportan (Blaix *et al.*, 2017). Sin embargo, es preocupante la mención de varios productores sobre la presencia del pasto deportivo o pasto jardinero que está invadiendo cada vez más las parcelas de esta alcaldía. Estos aspectos deberán considerarse en estudios posteriores e, incluso, en



los programas agrícolas que impulsen la alcaldía y el gobierno de la CdMx.

Si bien el uso de los herbicidas ha sido relativamente constante desde hace al menos 30 años, la aplicación es una sola vez en cada ciclo agrícola, por lo que se considera que el efecto no ha sido tan contundente (Obs. Pers.) pero está ocurriendo. De las 20 malezas más resistentes a los herbicidas a nivel mundial, en el presente estudio se registraron a *Poa annua*, resistente al glifosato y *Raphanus raphanistrum*, a otros herbicidas (Heap, 2014). Sin embargo, sus frecuencias y abundancias no corresponden a patrones reportados en otros estudios con la aplicación de herbicidas, donde las abundancias son de miles de individuos. Otras especies, como los acahuales y la perilla son considerados muy molestos y estorbosos, pero no al grado de ocasionar problemas graves en sus cultivos, como se ha reportado en otros estudios (v.g., Abrol y Shankar, 2014; Pimentel y Burgess, 2014; Dangwal *et al.*, 2015). Por tal motivo, los productores utilizan el herbicida solo como una opción para resolver el problema de la mano de obra, que cada vez es menos disponible y costoso, más que para erradicar “malezas” agresivas.

El hecho de que más del 50% de las especies sean nativas, también refleja estrategias de las especies a evadir las nuevas prácticas agrícolas, particularmente el uso de herbicida y fertilizante, pero también a resistir la sustitución por malezas exóticas (Molina-Freaner *et al.*, 2008).

Finalmente, el análisis de la presencia de especies útiles entre parcelas con diferentes prácticas agrícolas, mostró una tendencia a una mayor presencia de especies útiles en aquellas con manejo tradicional. En contraste, en las parcelas con manejo tecnificado, existe una dominancia de especies aunque con menor cantidad de individuos (Tabla 3). El análisis de similitud corroboró esta tendencia (Figura 7D). Si bien diversos estudios han mostrado la riqueza total de especies en sistemas agrícolas con manejo tradicional o con manejo orgánico (Molina-Freaner *et al.*, 2008, Henckel *et al.*, 2015) hasta el momento no hay trabajos que hayan comparado la disponibilidad

de especies útiles entre sistemas agrícolas con manejo tradicional vs manejo tecnificado. En este sentido, el presente trabajo aporta algunas evidencias del efecto de ciertas prácticas tecnificadas en la pérdida de especies útiles en los campos de cultivo.

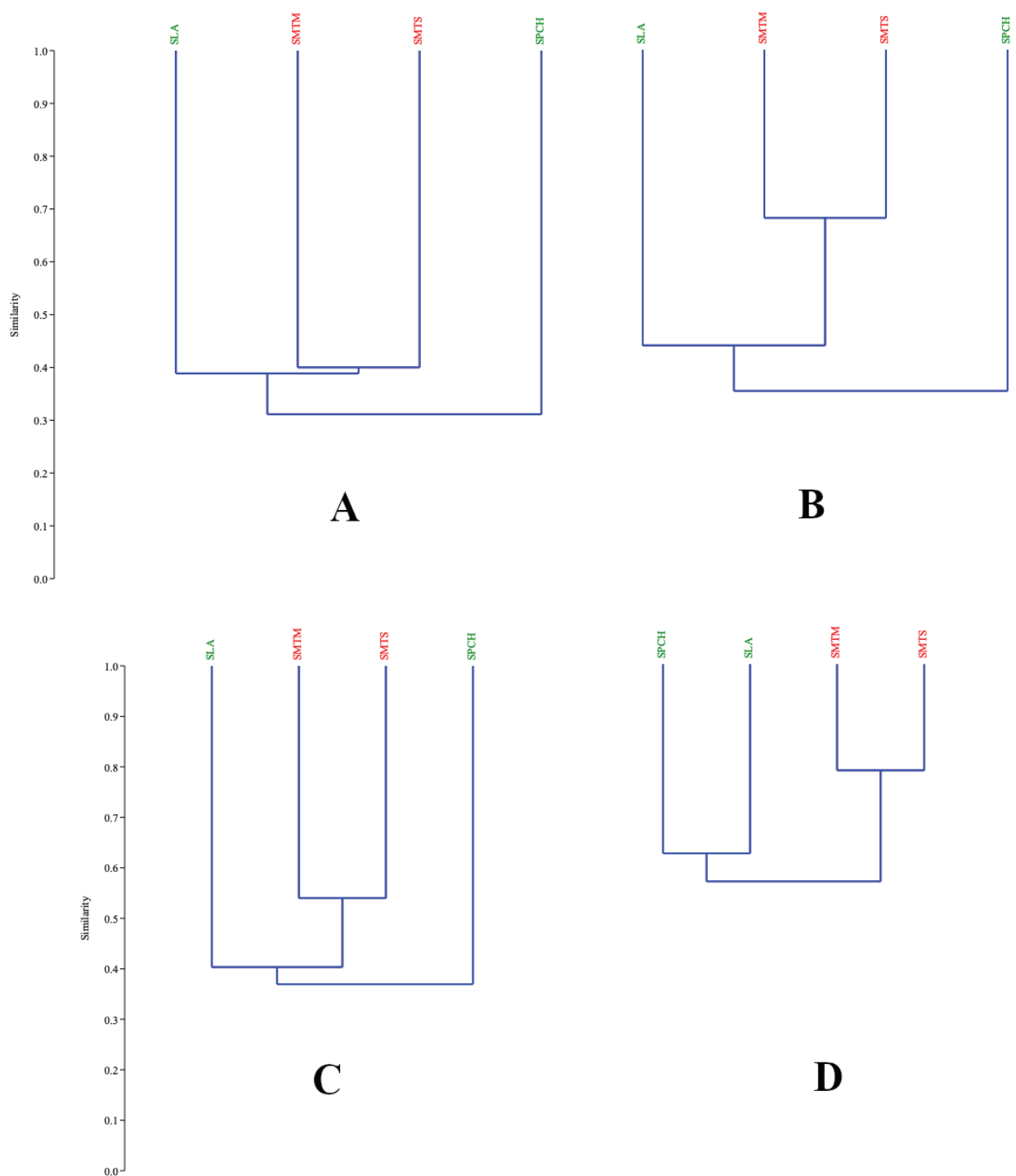
## CONCLUSIONES

El conocimiento y uso de las arvenses en la alcaldía de Cuajimalpa ha prevalecido a pesar de los procesos de urbanización, de cambio en las actividades productivas, así como del cambio en las prácticas agrícolas. Es necesario profundizar en el registro de este conocimiento y uso, en la percepción que la gente tiene de las plantas arvenses, así como en el papel que juegan actualmente en la economía y en la cultura alimentaria de los pueblos y barrios de esta alcaldía, así como hacerlo extensivo en todo el SCCdMx.

La riqueza de familias botánicas no difiere entre las parcelas muestreadas, pero sí la riqueza de especies, la abundancia y la composición florística. Se observa una tendencia a una mayor riqueza de especies y menor similitud entre aquellas parcelas que se ubican en parajes diferentes y que adicionalmente llevan a cabo prácticas agrícolas tradicionales lo que significa que ambas son pequeños reservorios de agrobiodiversidad, similar a lo ocurrido con lo registrado en el banco de semillas.

Respecto al banco de semillas, si bien no hubo diferencias en cuanto a la riqueza de especies, la composición fue diferente y de mayor similitud entre las parcelas que reciben herbicida. Por lo que, el manejo tradicional, debido probablemente al uso continuo de abono y desechos orgánicos, ha favorecido la presencia de mayor riqueza de especies, distribuida entre las parcelas con ese manejo y que podría depender del tipo de abono o fertilización que apliquen.

En el contexto actual del intento por impulsar un manejo sustentable y resiliente en el Suelo de Conservación de la CdMx, basado en el enfoque de los agroecosistemas, es importante realizar un estudio sistemático para poder discernir el papel de las diferentes prácticas agrícolas en



**Figura 7.** Dendrogramas que muestran la similitud entre las parcelas con diferentes prácticas agrícolas usando el método UPGMA con coeficientes de Jaccard ( $I_j$ ): A) muestreo de arvenses en zig-zag y observaciones complementarias (MZZ+OC); B) muestreo del banco de semillas (BS); C) registro total de taxones (MZZ+OC+BS); D) especies útiles disponibles por parcela. SLA Y SPCH, color verde, corresponden a las parcelas con manejo tradicional. SMTM y SMTS, color rojo, corresponden a las parcelas con manejo tecnificado.

el mejor manejo del suelo, del control tradicional de las arvenses y asegurar simultáneamente, una producción adecuada que resuelva las necesidades de las familias productoras del campo y que también siga aportando elementos a la alimentación sana de la población en esta gran urbe.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión de Recursos Naturales (CORENA) de la Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de la Ciudad de México por financiar parte del proyecto. A la UAM Iztapalapa por financiar otra parte del mismo, así como por el apoyo logístico. A las autoridades de San Mateo Tlaltenango y San Lorenzo Acopilco. A Don Sergio Pérez Reyes, Miguel Ángel Rosales, Rodrigo Montesinos Carrasco y Eleazar de la Rosa por facilitarnos sus parcelas para llevar a cabo los muestreos. Los datos de este trabajo se obtuvieron mediante el consentimiento informado de los colaboradores y los dueños de los terrenos.

## LITERATURA CITADA

- Abrol, D. P. y U. Shankar. 2014. "Pesticides, Food Safety and Integrated Pest Management". En: Pimentel, D. y Rajinder Peshin (eds.). *Integrated Pest Management Pesticide Problems*, Vol. 3. Springer, New York.
- Altieri, M.A. 1992. Ecología y manejo de malezas. Capítulo 14. Pp. 262-281. En: Altieri M. A. (Ed.). *Agroecología. Bases para una agricultura sustentable*. Nordan Comunidad. Montevideo.
- Altieri, M.Á., y C.I. Nicholls 2012. Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2): 65-83. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_108.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_108.pdf) [Verificado 03 de Septiembre 2020].
- Baldocini, A. M. 2015. *Efectos de la aplicación de fertilizantes sobre el pH de suelos serie Oncativo*. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Cordoba.
- Beckie, H.J. y F.J. Tardif. 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Protection*. Volume 35: 15-28, ISSN 0261-2194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.12.018>.
- Bernal-Ramírez, L. A., D. Bravo-Avilez, J. Fornoni, P. L. Valverde y B. Rendón-Aguilar. 2021. Efecto de la selección humana sobre rasgos seleccionados y correlacionados en *Anoda cristata* (L.) Schtdl. (Malvaceae). *Botanical Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2784>
- Blanco, Y. y Á. Leyva. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales* 28(2), 21-28. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193217731003>
- Blaix, C., A. C. Moonen, D. F. Dostatny, J. Izquierdo, J. Le Corff, J. Morrison, C. Von Redwitz, M. Schumacher y P. R. Westerman. 2017. Quantification of regulating ecosystem services provided by weeds in annual cropping systems using a systematic map approach. *Weed Research* 58: 151-164. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12303>
- Boguzas, V., A. Marcinkeviciene y A. Kairyte. 2004. Quantitative and qualitative evaluation of weed seed bank in organic farming. *Agronomy Research* 2(1): 13-22. ULR: <https://agronomy.emu.ee/vol021/p2102.pdf>
- Broda, J. 2013. "Ofrendas mesoamericanas en una perspectiva comparativa". En J. Broda, (coord.). *Convocar a los dioses: Ofrendas mesoamericanas. Estudios antropológicos, históricos y comparativos*. Instituto Veracruzano de Cultura (IVEC). Xalapa, Ver.
- Caamal, J. A. y J. B. Castillo. 2011. Muestreo de arvenses. En: Bautista-Zúñiga, F., J. L. Palacio-Prieto y H. Delfín-González (eds.). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Segunda edición. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México.

- Calderón-Contreras, R. y L. E. Quiroz-Rosas. 2017. Analysing scale, quality and diversity of green infrastructure and the provision of Urban Ecosystem Services: A case from Mexico City. *Ecosystem Services* 23: 127–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.004>
- Canabal-Cristiani, B. 1995. La chinampería actual en el Valle de México-Xochimilco. *Experiencias*. Disponible en: <http://www.pa.gob.mx/publica/pa070510.htm> [Verificado el 01 de septiembre de 2020]
- Castelán-Crespo, J. E. 2016. *Suelo de Conservación. Dirección de Ordenamiento Ecológico del Territorio y Manejo Ambiental del Agua, Dirección de Centros Regionales, Dirección de Comunicación e Información de la Secretaría del Medio Ambiente*. Ciudad de México, México.
- Chacón, J.C. y S.R. Gliessman. 1982. Use of the “non-weed” concept in traditional tropical agroecosystems of southeastern Mexico. *Agro-Ecosystems* 8: 1–11. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(82\)90010-5](https://doi.org/10.1016/0304-3746(82)90010-5)
- Chávez, C. y G. Guevara-Féfer. 2003. Flora arvense asociada al cultivo de maíz de temporal en el Valle de Morelia, Michoacán, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes XIX*. 1-22.
- Civeira, G. 2012. *Recopilación sobre los efectos del Glifosato en agroecosistemas*. Instituto de Suelos, INTA Castelar. ULR: [http://suelos.org.ar/adjuntos/glifosato\\_en\\_agroecosistemas.pdf](http://suelos.org.ar/adjuntos/glifosato_en_agroecosistemas.pdf)
- CONABIO. 2020a. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices> [Verificado el 09 de septiembre 2020].
- CONABIO. 2020b. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> [verificado el 11 de septiembre 2020].
- Dangwal, L. R., A. Singh, T. Singh y C. Sharma. 2015. Effect of weeds on the yield of wheat crop in Tehsil Nowshera. *Journal of American Science* 6(10): 405-407. ULR: [http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0610/46\\_3422am0610\\_405\\_407.pdf](http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0610/46_3422am0610_405_407.pdf)
- Dieleman, H. 2017. Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner Production* 163: 156-163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.082>
- Espinosa-García, F. J. 1981. Adiciones a la flora arvense del Valle de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 41: 27-32. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1245>
- Espinosa-García, F. J. y R. Díaz-Pérez. 1996. El uso campesino de plantas arvenses como forraje en algunas zonas del Valle de México. *Etnoecológica* 3(4-5): 83- 94. ULR: [http://etnoecologia.uv.mx/Etnoecologica/Etnoecologica\\_vol3\\_n45/art\\_espin.htm](http://etnoecologia.uv.mx/Etnoecologica/Etnoecologica_vol3_n45/art_espin.htm)
- Espinosa-García, F. y J. Sarukhán. 1997. Manual de malezas del Valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica, México.
- Frost, R.A. y K.L. Launchbaugh. 2003. Prescription grazing for rangeland weed management: a new look at an old tool. *Rangelands* 25: 43-47
- García-Orenes, F., A. Cerdá, J. Mataix-Solera, C. Guerrero, M.B. Bodí, V. Arcenegui, R. Zornoza y J. G. Sempere. 2009. Effects of agricultural management on surface soil properties and soil-water losses in eastern Spain. *Soil & Tillage Research* 106: 117-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.06.002>
- Gliessman, S.R. 1998. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis/CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gómez-Calderón, N., K. Villagra-Mendoza y M. Solorzano-Quintana. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Tecnología en Marcha* 31(1): 170-180. DOI: 10.18845/tm.v31i1.3506
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9. ULR: [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf)
- Hashemi, S.M., R. Peshin y G. Feola. 2014. “From the Farmers’ Perspective: Pesticide Use. En: Pimentel, D. y Rajinder Peshin (eds.). *Integrated Pest*



- Management Reviews*. Springer, New York.
- Heap, I. 2014. "Herbicide Resistant Weeds". En: Pimentel, D. y Rajinder Peshin (eds.). *Integrated Pest Management Pesticide Problems*. Springer, New York.
- Heggenstaller, A.H., F. D. Menalled y M. Liebman. 2006. "Seasonal patterns in post-dispersal seed predation of *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi* in three cropping systems" *Journal of Applied Ecology*, 43: 999-1010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01198.x>
- Henckel L., L. Böger L, H. Meiss, S. Gaba, V. Bretagnolle. 2015 Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings of the Royal Society B* 282: 20150002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.0002>
- Hernández-Villa, V., H. Vibrans, E. Uscanga-Mortera y A. Aguirre-Jaimes. 2020. Floral visitors and pollinator dependence are related to floral display size and plant height in native weeds of central Mexico. *Flora* 262, 151505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151505>
- Hyvönen, T. y J. Salonen. 2002. Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – a six-year experiment. *Plant Ecology* 159: 73–81. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1015580722191>
- Hyvönen, T. 2004. Temporal and spatial variation in weed community composition of spring cereal fields. Academic dissertation. Department of Applied Biology. University of Helsinki, Finland. 17 pp.
- INAFED [Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal]. 2020. "Cuajimalpa de Morelos" en Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09004a.html> [Verificado 03 de Septiembre 2020].
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2015. Encuesta Intercensal.
- Jurik, T. W. y S. Zhang. 1999. Tractor Wheel Traffic Effects on Weed Emergence in Central Iowa. *Cambridge University Press on behalf of the Weed Science Society of America* 13 (4): 741-746. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0890037X00042160>
- Koocheki, A., M. Nassiri, L. Alimoradi y R. Ghorbani. 2009. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agronomy for Sustainable Development* 29: 401-408. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2008061>
- Liebman, M. 1999. Sistemas de policultivos. En: Altieri, M. A. (Ed.). *Agroecología. Bases para una agricultura sustentable*. Nordan Comunidad. Montevideo: 191-203.
- Losada, H., M. Neale, J. Rivera, D. Grande, R. Zavala, L. Arias, A. Fierro y J. Vieyra. 1996. Traditional agricultural and animal production in the southeast of Mexico city as a resource for sustainable agriculture. 4. The presence and experimental utilization of the nopal vegetable (*Opuntia ficus-indica*) as an important sustainable crop of terraced areas. *Livestock Research For Rural Development* 8(2): 1-9. ULR: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd8/2/losada1.htm>
- Losada, H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala y J. Cortés. 1998. Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and peri-urban áreas. *Environment and Urbanization* 10(2): 37-54. DOI: <https://doi.org/10.1177/095624789801000214>
- Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, México.
- Marshall, A.H., M.T. Abberton, T.A. Williams, T.P.T. Michaelson-Yeates y H.G. Powell. 2003. Forage quality of *Trifolium repens* L. × *T. nigrescens* Viv. hybrids. *Grass and Forage Science*. 58: 295-301. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2003.00381.x>
- Mateos-Maces, L., J. L. Chávez-Servia, A. M. Vera-Guzmán, E. N. Aquino-Bolaños, J. E. Alba-Jiménez y B. B. Villagómez-González. 2020. Edible leafy plants from Mexico as sources of antioxidant compounds, and their nutritional, nutraceutical and antimicrobial potential: a review. *Antioxidants* 9(6): 541. DOI: 10.3390/antiox9060541
- McIntyre, S. 1985. Seed Reserves in Temperate Australian

- Rice Fields Following Pasture Rotation and Continuous Cropping. *British Ecological Society* 22 (3): 875-884. DOI: <https://doi.org/10.2307/2403236>
- Molina-Freaner, F., F. Espinosa-García y J. Sarukhán-Kermez. 2008. Weed population dynamics in a rain-fed maize field from the Valley of Mexico. *Agrociencia* 42(6): 655-667. ULR: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30211218006>
- Ochoa-Hueso, R. 2017. Consecuencias de la deposición de nitrógeno sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres: Una aproximación general desde la ecología de ecosistemas. *Ecosistemas* 26(1): 25-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-1.05>
- Pimentel, D. y M. Burgess. 2014. "Environmental and Economic Benefits of Reducing Pesticide Use". En: Pimentel, D. y Rajinder Peshin (eds.). *Integrated Pest Management Pesticide Problems*. Springer, New York. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_5)
- Powles, S. B. y C. Preston. 2006. Evolved glyphosate resistance in plants: Biochemical and genetic basis of resistance. *Weed Technol* 20: 282-289. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-04-142R.1>
- POWO. 2020: Plants of the World Online. Facilitated by the Roayal Botanic Gardens, Kew. [http://www. plants of the world online.org](http://www.plants of the world online.org) [Verificado el 09 septiembre 2020].
- Rendón-Aguilar, B. y M. G. Rocha-Munive. 2018. *Monitoreo de secuencias transgénicas en maíces nativos del suelo de conservación de la Ciudad de México 2017*. Informe final técnico del proyecto. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa-Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- Requesens, E. y R. Caramuzzino. 1999. Composición y variabilidad espacial del banco de semillas de malezas en un área agrícola de azul (Argentina). *Planta Daninha* 17(2): 227-232. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83581999000200007>
- Roberts, H. A. y J. E. Neilson. 1981. Changes in the soil seed bank of four long-term crop/herbicide experiments. *British Ecological Society* 18(2): 661-668. DOI: <https://doi.org/10.2307/2402425>
- Rojas-Rabiela, T. 1985. "La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI". En Rojas-Rabiela, T. y W. T. Sanders, (eds.). *Historia de la Agricultura: Época Prehispánica-Siglo XVI*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, D.F., México
- Rojas-Rabiela, T. 1988. *Las Siembras de Ayer: La Agricultura Indígena del Siglo XV*. Secretaría de Educación Pública, D.F., México.
- Rojas-Rabiela, T. 1991. "La agricultura en la época prehispánica". En Rojas-Rabiela, T. (ed.). *La Agricultura en Tierras Mexicanas desde sus Orígenes hasta Nuestros Días*. Editorial Grijalbo, D.F., México.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2010. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), Edición digital.
- SalazarLópez, N. J. y M. L. Aldana Madrid. 2011. Herbicida Glifosato: Usos, Toxicidad Y Regulación. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. BIOTecnia / XIII* (2): 23-28. DOI: <https://doi.org/10.18633/bt.v13i2.83>
- Sánchez-Blanco, J. y F. Guevara-Féfer. 2013. Plantas arvenses asociadas a cultivos de maíz de temporal en suelos salinos de la Ribera del lago de Cuitze Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* 105: 107-129. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm105.2013.227>
- Sánchez-Reyes, G. A. 2016. *Efecto del uso de herbicidas en la riqueza y composición de arvenses útiles en la milpa*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México D.F., México.
- Sans F. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1). DOI: <https://doi.org/10.7818/ECOS.137>
- Santiago-Saenz, Y. O., A. D. Hernández-Fuentes, C. U. López-Palestina, J. H. Garrido-Cauich, J. M. Alatorre-Cruz y R. Monroy-Torres. 2019. Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista Chilena de nutrición* 46 (5): 593-605. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-751820190005000593>
- SEDEMA [Secretaría del medio Ambiente del Distrito

- Federal] 2013. Primer informe 2013. Capítulo 3. Suelo de Conservación y Biodiversidad. Disponible en: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/images/archivos/noticias/primer-informe-sedema/capitulo-03.pdf>
- Serratos-Hernández, J. A., J. L. Gómez-Olivares, N. Salinas-Arreortua, E. Buendía-Rodríguez, F. Islas-Gutiérrez y A. de Ita. 2007. Transgenic proteins in maize in the Soil Conservation area of Federal District, Mexico. *Frontiers in Ecology and Environment* 5(5): 247-252. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[247:TPIMIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[247:TPIMIT]2.0.CO;2)
- Storkey, J y P. Neve. 2018. "What good is weed diversity?" *Weed Research* 58, 239– 243. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12310>
- Tardif-Paradis, C., M. J. Simard, G. D. Leroux, B. Panneton, R. E. Nurse y A. Vanasse. 2015. Effect of planter and tractor wheels on row and inter-row weed populations. *Crop Protection* 71: 66-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.01.026>
- Torres-Lima, P., B. Canabal-Cristiani y G. Burela-Rueda. 1994. Urban sustainable agriculture: The paradox of the chinampa system in Mexico City. *Agriculture and human values* 11: 37-46. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01534447>
- Torres-Lima, P. y A. F. Burns. 2002. Regional culture and urban agriculturalists of Mexico City. *Anthropologica* 44(2): 247-256. DOI: <https://doi.org/10.2307/25606084>
- Torres-Lima, P. y L. Rodríguez-Sánchez. 2008. Farming dynamics and social capital: A case study in the urban fringe of Mexico City. *Environment, Development and Sustainability* 10: 93-208. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-006-9059-y>
- Torres-Lima, P., A. Chávez-Muñoz, A., G. Ávila-Jiménez, G. y S. Contreras-Prado. 2010. Urban agriculture as a part of a sustainable metropolitan development program: A case study in Mexico City. *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 1 | 2010, Online since 20 November 2010, connection on 30 April 2019.
- Velázquez-Ibarra, A. M., J. Covarrubias-Prieto, J. G. Ramírez-Pimentel, C. L. Aguirre-Mancilla, G. Iturriaga de la Fuente y J. C. Raya-Pérez. 2016. Calidad nutrimental de quelites mexicanos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria México* 4(2): 1-9. ULR: <http://somecta.org.mx/Revistas/2016-2/2016-2/CYTAM4-2-1-2016.pdf>
- Vibrans, H. 1998a. 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. 1998b. Urban weeds of Mexico City. Floristic composition and important families. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 69(1): 37-69 ULR: <http://www.ejournal.unam.mx/bot/069-01/BOT69104.pdf>
- Vieyra-Odilon, L. y H. Vibrans. 2001. Weeds as Crops: The value of maize field weeds in the Valley Of Toluca, Mexico. *Economic Botany* 55(3): 426-443. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02866564>
- Westerman, P., M.Liebman, A. Heggenstaller, y F. Forcella. 2006. Integrating measurements of seed availability and removal to estimate weed seed losses due to predation. *Weed Science* 54(3), 566-574. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-05-067R.1>
- Weibull, A.Ch., O. Östman y Å. Granqvist. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12: 1335-1355, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1023617117780>
- Wigle, J. 2010. The 'Xochimilco model' for managing irregular settlements in conservation land in Mexico City. *Cities* 27(5), 337–347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2010.04.003>
- Woźniak, A. y M. Soroka. 2015. Biodiversity of Weeds in Pea cultivated in various tillage system. *Romanian Agricultural Research* 32: 231-237.
- Zuria, I. y J. E. Gates. 2006. Vegetated field margins in Mexico: their history, structure and function, and management. *Human Ecology* 34(1): 53-77. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-005-9002-0>