



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Ciencias Naturales

Etnobotánica y variación morfológica de *Melothria pendula* L.
(Cucurbitaceae) en la región biocultural Huasteca, México

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:
Maestra en Ciencias Biológicas

Presenta

Agroecóloga Paulina Guerrero Torres
Exp.: 290831

Dirigido por

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval.

Querétaro, Qro., a febrero de 2022.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Maestría en Ciencias Biológicas

Etnobotánica y variación morfológica de *Melothria pendula* L. (Cucurbitaceae) en la región biocultural Huasteca, México

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestra en Ciencias Biológicas.

Presenta

Agroecóloga Paulina Guerrero Torres

Exp.: 290831

Dirigido por

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval

Sinodales

Firma

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Presidente

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas
Secretario

Dr. Alejandro Casas Fernández
Vocal

Dra. Rosalinda González Santos
Suplente

M. C. Hugo Alberto Castillo Gómez
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Febrero 2022

México

Agradecimientos

Al CONACYT por haberme dado la oportunidad de ser una de las becarias en los años 2019-2021. A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por el financiamiento que hizo posible mi investigación a través del proyecto Agrobiodiversidad en la Región Huasteca. Así como Al Laboratorio Nacional de Investigación e Identificación de Especies Vegetales (LANIVEG).

A mi director y asesores por compartirme sus conocimientos, gracias por la paciencia, regaños, consejos y por enseñarme a ver el mundo con otros ojos a través de la botánica.

Muchas gracias al Dr. Luis Hernández por aceptarme como tesista, por estos dos años llenos de nuevo conocimiento y aprendizaje.

Agradezco especialmente a la Dra. Rosalinda por siempre creer en mí, por sus ideas y su amistad incondicional que hizo de mis días en la Universidad Autónoma de Querétaro una experiencia muy agradable.

A Hugo Lagarto por abrirme las puertas de su casa en Tamasopo, por sus observaciones y ser mi guía para adentrarme en las maravillas de la etnobotánica.

A Alejandro Casas que a pesar de la distancia siempre estuvo al pendiente de mis dudas e inquietudes, gracias por ser fuente de inspiración y motivación.

A mis papas por su apoyo incondicional en todos mis planes y metas.

Quiero agradecer a mis compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias Naturales que siempre estuvieron conmigo para brindarme su apoyo en el herbario así como en las salidas a campo.

Índice general

Contenido	Página
1. Introducción	1
2. Antecedentes	
2.1 La domesticación como proceso evolutivo.....	4
2.2 Síndromes y grados de domesticación.....	7
2.3 Domesticación en la familia Cucurbitaceae.....	11
2.4 <i>Melothria pendula</i> L.....	13
2.5 Variación morfológica de <i>Melothria pendula</i>	15
2.6 Zona de estudio.....	20
3. Justificación	22
4. Hipótesis	22
5. Objetivo general	23
6. Objetivos particulares	23
7. Materiales y métodos	24
7.1 Base de datos.....	24
7.2 Distribución.....	25
7.3 Caracterización de ejemplares de herbario.....	26
7.4 Estatus ecológico y posible selección de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	26
7.5 Análisis estadístico.....	26
8. Resultados	26
8.1 Distribución de <i>Melothria pendula</i> en México.....	26
8.2 Distribución potencial de <i>Melothria pendula</i>	29
8.3 Registros recientes de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	31
8.4 Etnobotánica de <i>Melothria pendula</i>	34
8.4.1 Fitonimia de <i>Melothria pendula</i> en México y en la región biocultural Huasteca.....	34
8.4.2 Usos de <i>Melothria pendula</i> en México.....	36
8.5 Caracterización morfológica de <i>Melothria pendula</i> y estatus ecológico en la región biocultural Huasteca.....	38
8.5.1 Caracterización de variables cuantitativas.....	39
8.5.1.1 Longitud de la hoja.....	39
8.5.1.2 Ancho de la hoja.....	40
8.5.1.3 Área foliar.....	41
8.5.2 Caracterización de variables cualitativas.....	42
8.6 Diversidad fenotípica y ecogeográfica.....	44
9. Discusión	47
10. Conclusiones	51
11. Literatura citada	52

Índice de cuadros

Cuadro	Página
1. Caracteres medidos en ejemplares de herbario.....	25
2. Expediciones de colecta de <i>Melothria pendula</i>	26
3. Registros de <i>Melothria pendula</i> dentro del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) con ejemplares de diferentes herbarios.....	27
4. Número de registros de <i>Melothria pendula</i> por tipos de vegetación.....	28
5. Valor de probabilidad de distribución potencial mayor a 0.60 en una escala de cero a uno en municipios de la región biocultural Huasteca.....	30
6. Colecta de especímenes de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	32
7. Etapa fenológica de las colectas en la región biocultural Huasteca.....	33
8. Número de registros de <i>Melothria pendula</i> en territorio que hablan alguna lengua indígena.....	34
9. Enotaxones de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	36
10. Atributos morfométricos analizados para <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	39
11. Diversidad ecogeográfica y fenotípica de los registros de colecta de <i>Melothria pendula</i>	43

Índice de figuras

Figura	Página
1. Distribución de las especies del género <i>Melothria</i> en México, con base en los registros recopilados para la presente investigación (elaboración propia).....	14
2. Aspecto general de <i>Melothria pendula</i> . Ilustración tomada de Lira (2001).....	18
3. Espécimen vivo de <i>Melothria pendula</i> : A) Flor femenina; B) Hojas; C) Flor femenina y hojas; D) Fruto inmaduro y hojas. Fotos de P. Guerrero Torres.....	19
4. Ubicación geográfica de la región biocultural Huasteca.....	21
5. Distribución de <i>Melothria pendula</i> de acuerdo con las provincias biogeográficas propuestas por Morrone <i>et al.</i> (2017).....	28
6. Distribución de <i>Melothria pendula</i> por tipo de vegetación de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978).....	28
7. Mapa de distribución potencial de <i>Melothria pendula</i> : a) Distribución potencial en México y b) Distribución potencial en la región biocultural Huasteca.....	30
8. Tipos de suelo en los sitios visitados dentro de la región biocultural Huasteca para la presente investigación.....	33
9. Longitud de la hoja a) más grande y b) más pequeña cercana a la flor y fruto. Ancho de la hoja c) más grande y d) más pequeña. Área foliar de la hoja e) más grande y f) más pequeña. Promedios, desviación estándar e intervalos de confianza al 95%	40
10. Hoja de <i>Melothria pendula</i> : a), b), c) ruderales o arvenses y d) silvestre secundario. Fotos de P. Guerrero Torres.....	42
11. Frutos inmaduros de <i>Melothria pendula</i> en estatus ecológico a) frutos maduros en estatus ecológico ruderal o arvense y b) silvestre secundario. Fotos de P. Guerrero Torres	42
12. Diversidad fenotípica de los registros de colecta de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	45
13. Diversidad ecogeográfica de los registros de colecta de <i>Melothria pendula</i> en la región biocultural Huasteca.....	46
14. Salsa de <i>Melothria pendula</i> con chile rayado tatemado con sal, en molcajete. Foto de Hugo Alberto Castillo Gómez.....	48

Resumen

Melothria pendula es una Cucurbitaceae ampliamente distribuida en América, de ciclo de vida perenne, cuyos frutos son comestibles y ha sido mencionada como una especie sujeta a domesticación incipiente. Esta especie está presente en la región biocultural Huasteca, en donde diferentes formas de manejo de la biodiversidad, asociadas con la cultura local, han seleccionado variantes de plantas con potencial agroalimentario. Este es el caso de la especie estudiada. El estudio de la domesticación como proceso biocultural es de gran relevancia para documentar la variación morfológica, fisiológica y genética, la diversidad de formas de vida de los organismos que se domestican, el valor cultural asociado a tal variación, así como los mecanismos de selección de sus fenotipos. Aunque existe una gran cantidad de estudios previos sobre la domesticación de algunas especies de importancia económica y cultural de Cucurbitaceae, como son las calabazas, otras especies de la familia han sido insuficientemente estudiadas, como es el caso de *M. pendula*. La presente investigación recopiló la información existente para la especie en México, sobre su distribución y etnobotánica, además de su variación morfológica para determinar si existen atributos asociados al uso y manejo de la especie en la región biocultural Huasteca, relacionados con el consumo de sus frutos y otras partes de las plantas. Se compiló una base de datos de 971 registros georeferenciados de *M. pendula*, 60 corresponden a la región biocultural Huasteca. Se generaron mapas de distribución real y potencial para la especie en México y en particular en la Huasteca. Se identificaron 67 diferentes nombres para la especie en México y 13 en la Huasteca, asociados al uso comestible, medicinal y artesanal principalmente. No fue posible detectar indicios que sugieren algún proceso de selección, ya que no existen diferencias significativas para *M. pendula* en la región biocultural Huasteca entre los estatus ecológicos ruderales o arvenses y silvestres secundarios asociados a posible manejo. Los análisis de diversidad fenotípica y ecogeográfica resaltan una relación inversa sin coincidencia entre los registros de más alta diversidad y los sitios con mayor diversidad ecogeográfica.

Palabras clave

Agrobiodiversidad, selección humana, manejo de plantas, morfometría, biocultural

Abstract

Melothria pendula is a Cucurbitaceae, widely distributed in America with a perennial life cycle, and edible fruits that makes the species subject to incipient domestication. This species is present in the Huasteca biocultural region, where different forms of biodiversity management are associated with the local culture since they, have selected plant variants with agrifood potential. This is the case of the considered species. The study of domestication as a biocultural process is of great relevance to document the morphological, physiological and genetic variation, and the diversity of life forms of the domesticated organisms. The cultural value associated with such variation, as well as the mechanisms of selection of their phenotypes are of great relevance. Although many of the previous domestication studies on some economically and culturally important species of Cucurbitaceae, such as pumpkins, *M. pendula*, another member of the family, has few studies. The present investigation documented the existing information on distribution, ethnobotany, and morphological variation for the species in Mexico, to determine if some attributes are associated with the use and management of the species in the Huasteca related to the consumption of its fruits and other parts of plants. A database of 971 georeferenced general records of *M. pendula* were compiled. Out of the total, 60 correspond to the Huasteca. Maps with the actual and potential species distribution for the entire country of Mexico and the Huasteca are presented. 67 different names were identified for the species in Mexico and 13 for the Huasteca, associated mainly with edible, medicinal and artisanal uses. It was not possible to detect indications that suggest a selection process, since there are no significant differences for *M. pendula* in the studied area between ruderal or weed and secondary wild ecological status associated with possible management. The analyses of phenotypic and ecogeographic diversity indicate that there is no relationship between the morphological diversity level and the ecogeographic diversity level for the sites.

Keywords

Agrobiodiversity, human selection, plant management, morphometry, biocultural

1. Introducción

En la actualidad, diversos autores han destacado que en el planeta coexisten dos tipos principales de diversidad, la biológica y la cultural, de cuyo encuentro se derivan al menos otras dos: la agrícola y la paisajística (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Estas dos grandes diversidades se encuentran en interacción desde hace milenio, influyendo mutuamente los sistemas sociales y naturales; y en este sentido, la diversidad biológica tiene una estrecha relación con la diversidad cultural de los pueblos (Toledo, 2003). Las culturas imprimen un valor agregado a los recursos naturales y productos procesados que utilizan para satisfacer una gama muy amplia de bienes y servicios, tales como la atención a la salud, alimento, vestido, construcción, medicina, prácticas rituales y religiosas (Kvist *et al.*, 1998; Ramihantaniariyo *et al.*, 2003; Arango, 2004; Hernández *et al.*, 2005; Hurtado *et al.*, 2006). Y al hacerlo, imprime formas particulares de interacción que influyen en cómo se moldea la biodiversidad. Asimismo, la biodiversidad que se encuentra en los entornos de las sociedades humanas tiene una influencia en los elementos que incorpora la cultura a su bagaje material y espiritual. De tal manera, la cultura influye a la biodiversidad y es influida por esta. Tal relación durante miles de años ha conformado lo que se conoce como diversidad biocultural (Maffi, 2001; Maffi, 2005; Maffi 2007). El estudio de la biodiversidad ha permitido, por una parte, identificar patrones y procesos que resaltan como fundamentales para su conservación a diferentes escalas o niveles, desde el genético hasta el ecosistémico, e incluyen el ecosistema y el evosistema (Myers *et al.*, 2000; Mittermeier *et al.*, 2003; Faith *et al.*, 2004; Groom *et al.*, 2006; Faith *et al.* 2010; Sodhi y Ehrlich, 2010; Mittermeier *et al.*, 2011). Por otra parte, el enfoque biocultural resalta la importancia de la herencia y diversidad biocultural, el manejo tradicional de los recursos naturales y el conocimiento etnoecológico (Nazarea 1998; Maffi, 2001; Toledo, 2003; Maffi, 2005; Maffi 2007; Boege, 2008; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Gavin *et al.*, 2018).

En este contexto, la investigación etnobotánica ha adquirido especial relevancia en las últimas décadas, en parte porque es una de las áreas de estudios bioculturales más desarrolladas y en parte también porque existe desde su plataforma el reconocimiento de una inminente pérdida del conocimiento tradicional de las sociedades nativas, a la par de

la degradación de los hábitats naturales (Maffi 2007; Maffi 2012). Durante este tiempo, el estudio de la naturaleza y los alcances del conocimiento tradicional han contribuido a unificar el campo teórico de la etnobotánica y a resaltar su papel en la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de las comunidades locales (Alexaides, 2003; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Boege, 2008). Los nuevos enfoques bioculturales resaltan la memoria colectiva y el conocimiento etnoecológico, de los pueblos indígenas y mestizos, como el nuevo paradigma para comprender el grado en que el ser humano ha logrado moldear la biodiversidad que utiliza, desde sus especies hasta los paisajes, y así conservarla (Reid *et al.*, 2006; Toledo y Barrera-Bassols, 2008; Berkes, 2018). En particular, los procesos de manejo y domesticación que han ocurrido, que están ocurriendo, así como sus condiciones ecológicas y culturales, deben incluirse entre las prioridades de las agendas de conservación (Casas *et al.* 2016).

La domesticación involucra procesos evolutivos guiados por el manejo humano y que se encuentran íntimamente ligados al aprovechamiento diferencial de la variabilidad morfológica, genética y funcional que existe en las poblaciones de seres vivos (Casas *et al.* 2016). Tales procesos están fuertemente relacionados con las culturas, las cuales establecen distintos patrones de uso y manejo de los recursos, influenciadas por los distintos contextos socioecológicos en los que viven, sus historias, sus valores, costumbres, preferencias, tecnologías disponibles, unidades ambientales territoriales disponibles, entre otros aspectos. Son procesos diversificadores de los sistemas biológicos a distintas escalas de organización. Implican una divergencia con respecto a las poblaciones silvestres y, paulatinamente, una divergencia progresiva entre los linajes que derivan de los procesos de domesticación, los cuales ocurren continuamente; así como son continuos los cambios culturales y los altamente dinámicos procesos que impulsan nuevas necesidades socioculturales en el mundo contemporáneo (Casas *et al.* 2016).

La domesticación en América, y particularmente en México, se ha documentado para diferentes grupos de plantas originarios de este territorio. En particular la familia Cucurbitaceae cuenta con representantes domesticados en América que en la actualidad

son ampliamente utilizados en el mundo (Lira y Casas, 1998). Así mismo, se reconoce que diferentes especies silvestres de esta familia son utilizadas en diferentes regiones del país y que algunas están sujetas a formas de manejo que podrían involucrar procesos de domesticación incipiente (Lira, 1997; Lira y Caballero 2002). Este es el caso de *Melothria pendula* L., especie silvestre consumida por algunas culturas en América, y cuya variación morfológica en sus frutos incluye un amplio espectro de formas, tamaños y colores. Esta especie es un excelente caso para estudiar procesos de selección artificial y domesticación incipiente, que permitan conocer de manera más clara si las características involucradas en la distinción de variantes por parte de los grupos humanos están relacionadas con el consumo de sus frutos y otras partes de las plantas. Previamente se registró su presencia en la región biocultural Huasteca, pero su uso no ha sido documentado. En la presente investigación se recopila la información existente para la especie en México y se describe su variación morfológica para los estatus ecológicos silvestre, arvense y ruderal, con énfasis en la región biocultural Huasteca.

2. Antecedentes

La domesticación ha generado una amplia diversidad biológica mediante la selección y posible alteración de fenotipos ya sean morfológicos, fisiológicos o de comportamiento, de acuerdo con las necesidades y preferencias humanas. La selección es el mecanismo fundamental que condujo a la domesticación de especies que va desde etapas iniciales (domesticación incipiente) hasta ser totalmente dependientes de los seres humanos para sobrevivir y reproducirse (Lira y Casas, 1998). Sin embargo, es preciso reconocer que en la actualidad los biólogos evolutivos reconocen la influencia de otras fuerzas evolutivas, como la deriva génica, el flujo génico y los sistemas de reproducción y, todos ellos, han tenido influencia en la domesticación, que es un proceso evolutivo. En el caso específico de *Melothria pendula* se ha sugerido que el reconocimiento de variación en formas y sabores, y su aprovechamiento diferencial, puede estar influyendo procesos selectivos y domesticación incipientes (Lira y Caballero, 2002). Trabajos previos han documentado que la especie se puede encontrar en vegetación secundaria y sitios perturbados por el

humano, en donde se favorece su presencia y abundancia y se aprovecha frecuentemente. A continuación, se explica detalladamente.

2.1 La domesticación como proceso evolutivo

La domesticación es un proceso particularmente importante para los seres humanos, mediante esta, se modelan las formas y funciones de los organismos a través del manejo de la variabilidad morfológica, fisiológica y genética (Casas *et al.*, 2014). Generalmente, los seres humanos que manejan y seleccionan organismos para su aprovechamiento, manejan y seleccionan fenotipos, algunos de ellos heredables, otros no. Uno de los grandes retos de los estudios de domesticación como proceso evolutivo es entender las bases hereditarias de los fenotipos sujetos a manejo y selección. La domesticación, representó un salto cualitativo enorme en el devenir humano, el cual ayudó a sumar nuevas variantes de organismos útiles a las especies y variedades recolectadas. En la actualidad, la riqueza de plantas cultivadas en sistemas agrícolas y hortícolas del mundo se estima en cerca de 7,000 especies y cientos de miles de variedades (Hammer *et al.*, 2003). Tan solo en los bancos de germoplasma del mundo hay cerca de 6 millones de accesiones de las principales especies de plantas cultivadas que sostienen la economía planetaria (Hammer *et al.*, 2003). Tan inmensa diversidad es resultado de procesos evolutivos moldeados por la domesticación, más rápidos y dinámicos que los que ocurren en la naturaleza (Darwin, 1859; Harlan, 1975; Hawkes, 1983; Casas *et al.*, 2015).

Este proceso, que ha abarcado miles de especies de plantas y cientos de animales, tuvo lugar en áreas bien definidas del planeta ubicadas desde hace más de cien años, gracias a esfuerzos analíticos de Alphonse De Candolle posteriormente los trabajos de Vavilov y Harlan, entre otros (De Candolle, 1882; Harlan, 1975; Vavilov *et al.*, 1992). Para el caso de las plantas cultivadas, los centros de origen y dispersión son resultado de varios factores biológicos, ecológicos, sociales y culturales (De Candolle, 1882; Harlan, 1975; Vavilov *et al.*, 1992; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). La agricultura surgió de manera independiente en varios lugares del mundo hace 10,000 o 12,000 años. En la región de Medio Oriente, Europa y Mesoamérica estos procesos se han reconocido que

determinaron el sedentarismo y lo que se ha denominado Revolución Neolítica o Agrícola (Childe, 1956; Clement *et al.*, 20221). En dicho periodo se generaron no solo una enorme variedad de especies de plantas y animales domesticados, sino también la aparición de nuevas variedades y razas que, en conjunto produjeron un aumento notable de la biodiversidad. De esta manera, los nuevos organismos que surgieron gracias a la influencia humana pueden ser considerados como una nueva contribución a la diversidad biológica del mundo (Parra y Casas, 2016).

De acuerdo al trabajo del genetista ruso N.I. Vavilov (1926), es posible identificar ocho centros de domesticación de plantas alrededor del mundo, mismos que fueron modificados por Harlan (1992), quien utilizó una serie de evidencias arqueológicas en los territorios de origen de los cultivos (Parra y Casas, 2016). En consecuencia existen tres zonas geográficas llamadas centros, y otras tres regiones reconocidas como no-centros. Los tres centros son el Cercano Oriente (Jordania, Siria, Turquía, Iraq e Irán), Mesoamérica (México y Centroamérica) y el norte de China. Por su parte, la franja central africana, Asia sur oriental y América del Sur constituyen los no-centros (Parra y Casas, 2016). Posteriormente, Smith (1998) añadió un nuevo centro de origen de cultivos en América del Norte. La gran diversidad de los sistemas agrícolas se caracteriza por el número de especies de cultivo, de animales domésticos, de razas y sus variedades locales y de las técnicas de manejo de los paisajes (Parra y Casas, 2016). Hoy en día, diversos trabajos reconocen que la Amazonia es una amplia región en donde se iniciaron procesos de domesticación. Asimismo, trabajos recientes proponen reconocer que las áreas de domesticación incluyeron múltiples centros pequeños, interconectados desde tiempos tempranos, de acuerdo con el registro arqueológico. De tal manera que la idea de “centros de origen” parece tener un sustento cada vez más débil conforme avanza la investigación. Para el continente americano, las áreas propuestas como centros de origen parecen ser, más bien, zonas de una gran región de domesticación, principalmente, pero no exclusivamente, neotropical (Casas *et al.*, 2019; Clement *et al.* 2021, Corona *et al.* 2021)

Actualmente, la genética molecular permite complementar la interpretación de los estudios arqueológicos (Zeder, 2006). Contribuye significativamente a identificar los parientes silvestres de los cultivos, así como a precisar información sobre la ubicación de

las áreas geográficas que aportaron los primeros organismos domesticados para diversos cultivos (Parra y Casas, 2016). La genética de poblaciones permite documentar mecanismos evolutivos asociados al manejo humano, cómo se moldea y distribuye espacialmente la diversidad genética y cómo interactúan las poblaciones cultivadas y silvestres, y los patrones actuales de la distribución espacial de la diversidad genética constituyen un reflejo de los procesos ecológicos y culturales que los influyeron en el pasado (Parra y Casas, 2016). En las últimas dos décadas, se ha desarrollado la caracterización de los genomas de diversas especies domesticadas. También ha sido posible identificar aquellas regiones del genoma relacionadas con rasgos asociados a la domesticación. Ello ha permitido estudiar con mayor detalle las bases genéticas (incluso genómicas) de los rasgos domesticados y constituye la ruta para analizar los procesos evolutivos por domesticación (ej. Clark *et al.*, 2006; Aguirre-Liguori, 2016; Cortés *et al.*, 2018; Eguiarte *et al.* 2018; Barrera-Redondo *et al.*, 2020; Barrera-Redondo *et al.*, 2021; Liu *et al.* 2021).

De acuerdo con Zohary (1996, 1999), existen tres principales fuentes de evidencias que contribuyen a contestar la pregunta de dónde se originaron los procesos de domesticación de una especie (Parra y Casas, 2016): 1) la identificación de la ocurrencia e intensidad de efectos fundadores; la mayor o menor intensidad en la reducción de diversidad genética bajo cultivo con respecto a poblaciones silvestres puede reflejar un único evento de domesticación, o múltiples eventos en diferentes sitios, respectivamente; 2) la identificación de caracteres domesticados y cómo son genéticamente controlados; si en diferentes variedades de un cultivo un carácter domesticado es influenciado por uno o más linajes de genes, por una o varias combinaciones de genes, o por diferentes mutaciones, la información puede sugerir un único o múltiples orígenes, respectivamente y 3) la existencia de diversidad de especies emparentadas con el cultivo; en este caso, si la fuente silvestre posee diferentes taxa candidatos a domesticar, y solo uno de ellos es domesticado, la información puede sugerir un único o muy pocos eventos de domesticación, y viceversa. Recientemente, diversos estudios genómicos han permitido

identificar áreas en donde se suscitaron eventos iniciales de domesticación y que fueron complementados al difundirse a otras regiones.

Para el Continente Americano, Piperno (2011) realizó una extensa revisión de los sitios donde se han encontrado restos arqueológicos en las tierras bajas neotropicales, que son parte de las evidencias del origen independiente de la agricultura en esa región (Parra y Casas, 2016). Estas muestran los registros de cultivos de Mesoamérica y Sudamérica, que datan de hasta más de 10,000 años antes del presente para el caso de varias Cucurbitáceas en el caso de Las Vegas, Ecuador, o más de 9,000 años en Siches y el Valle de Zaña en el Norte del Perú, además se registra el surgimiento de cultivos como el calabazo o guaje (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.), pallares (*Phaseolus lunatus* L.), cacahuete o maní (*Arachis hypogaea* L.), entre otros (Parra y Casas, 2016; Clement et al. 2021). La difusión de las plantas cultivadas en América implicó procesos complejos, en los que las prácticas de selección humana provenientes de grupos culturales de diferentes regiones y condiciones ecológicas variables (Chacón *et al.*, 2005) habrían provocado la diversificación de los cultivos, como en el caso de los frijoles (Parra y Casas, 2016). La gran diversificación se ve reflejada en la gran cantidad de variedades nativas, cuyos genotipos son el producto no solo de la adaptación a diferentes ambientes, sino el resultado de la interacción hombre-naturaleza, así como la adaptación a los requerimientos de ambos (Harlan, 1975). Ello, combinado con el intercambio tradicional entre agricultores, contribuye incrementar la diversidad genética de los cultivos que manejan (Altieri y Merrick, 1987; Parra y Casas, 2016). Más aún, si se enmarca esta diversificación en el contexto de gran diversidad de ecosistemas y culturas donde se originaron estos cultivos, se entiende el surgimiento y mantenimiento de una gran variabilidad genética y morfológica como producto de prácticas tradicionales como las que se han documentado en la actualidad en Mesoamérica (Otero-Arnaiz *et al.*, 2005; Casas *et al.*, 2006; Casas y Parra *et al.*, 2007; Parra y Casas, 2016).

2.2 Síndromes y grados de domesticación

En las plantas, el proceso de selección humana se lleva a cabo mediante interacciones de distinto tipo e intensidad, que van desde las más simples algunas formas de recolección de variantes recolectadas, su tolerancia en espacios o ambientes creados por el hombre

hasta su promoción y protección de individuos con atributos deseables (Lira y Casas, 1998; Casas *et al.*, 1996; Casas *et al.*, 2007). A éstas se suman las diversas prácticas de manejo o modalidades de cultivo, mediante las cuales se alcanzan las formas más desarrolladas de atención y cuidados sobre las plantas a través de selección artificial (Colunga-García Marín, 1986; Williams, 1985; Bye, 1993; Casas *et al.*, 1997). Como consecuencia de estas interacciones, diversos autores (Schwanitz, 1966; Harlan, 1975; Hawkes, 1983) han resaltado algunos síndromes entre las plantas que han alcanzado grados avanzados de domesticación como son: a) la reducción o pérdida de los mecanismos naturales de dispersión y del letargo en las semillas; b) alteración del ciclo de vida; c) reducción en la capacidad competitiva y pérdida de mecanismos de protección; d) incremento de tamaños, cambios en las estructuras de interés y un amplio espectro de variabilidad morfo-fisiológica; e) sincronización en la maduración de frutos y semillas; f) pérdida de latencia de semillas; g) pérdida o reducción de mecanismos de defensa contra enemigos naturales, entre otros.

En general, la domesticación se caracteriza por que los organismos con mayor grado de domesticación presenten una fuerte o total dependencia con respecto al hombre para sobrevivir y reproducirse (Harlan, 1975 y 1992). Sin embargo, estas modificaciones pueden manifestarse en el distinto grado entre las variedades y especies de plantas domesticadas, y no siempre son claramente discernibles en aquellas plantas que están en etapas incipientes o incluso intermedias de domesticación (Casas *et al.*, 1997). Con base en la clasificación de formas de manejo de diferentes estudios etnobotánicos han demostrado la existencia de un amplio espectro de formas de manejo de plantas practicadas por las culturas mesoamericanas (Casas *et al.*, 1996, 1997, 2007; Bye, 1993; Caballero, 1994; Blancas, 2010, 2013) estos son:

- **Recolección:** extracción de especies directamente de la vegetación natural o de agroecosistemas. Consiste en la cosecha de productos útiles de poblaciones silvestres o de plantas arvenses. Esta representa la práctica en casi el 93% de las plantas útiles que se han registrado en estudios etnobotánicos en México

(Caballero *et al.*, 1998; Casas *et al.*, 2007). Dicha práctica de las economías campesinas mexicanas comúnmente determina un bajo impacto en la vegetación y puede implicar un manejo real de las poblaciones vegetales. Sin embargo, esta práctica puede incluir formas de recolección que involucran manejo sistemático. Por ejemplo, pueden ser la base de formas de recolección selectiva de fenotipos particulares, rotación de áreas de recolección, restricciones temporales para la explotación de recursos particulares, entre otros, lo que puede tener consecuencias importantes para las comunidades vegetales (Casas *et al.*, 1996). Ejemplos de esta forma de manejo pueden observarse en algunos “quelites” recolectadas y/o arvenses como *Amaranthus hybridus* L., *Chenopodium* spp., *Crotalaria pumila* Ortega, *Euphorbia graminea* Jacq., *Porophyllum* spp., *Portulaca oleracea* L., entre otras especies (Davis y Bye, 1982; Caballero y Mapes, 1985; Casas *et al.*, 1997; Blancas, 2010, 2013).

- **Toleradas:** incluye prácticas dirigidas a mantener plantas útiles durante el desmonte o dentro de los campos de cultivo. Este tipo de interacción incluye prácticas dirigidas a mantener plantas útiles propias del entorno natural dentro de ambientes humanos una vez que fueron transformados. Dicho manejo ha sido documentado para plantas perennes como las especies del género *Opuntia*, *Leucaena*, *Prosopis*, *Pithecellobium* y diversas cactáceas columnares (Colunga-García Marín *et al.*, 1986; Reyes-Agüero, 2005a y 2005b; Casas y Caballero, 1996; Casas *et al.*, 1996; Zarate, 1999; Casas *et al.*, 2007), pero también en los “quelites” *Amaranthus hybridus*, *Chenopodium* spp., *Crotalaria pumila*, *Porophyllum* spp. y *Portulaca oleracea*, entre otras, y otras malezas con frutos comestibles como *Jaltomata* spp., *Solanum nigrum* L., *Physalis philadelphica* Lam. y *Lycopersicon lycopersicum* L. (Davis y Bye, 1982; Caballero y Mapes, 1985; Williams, 1985; Vázquez, 1991; Casas *et al.*, 1996, Casas *et al.*, 2007).
- **Protección:** Esta práctica incluye la eliminación deliberada de competidores y depredadores de las plantas usadas, así como su poda, protección contra las heladas, y adición de fertilizantes, para asegurar la disponibilidad de plantas silvestres y arvense de valor especial (Casas *et al.*, 2007). Por ejemplo, Bye (1985) encontró que, durante la recolección de cebollas silvestres, los tarahumara

dispersan bulbillos de las plantas recolectadas, y remueven las raíces de plantas perenes cercanas a las cebollas silvestres para asegurar su futura disponibilidad y reducir la competencia, respectivamente, incrementando así el número de cebollas en las poblaciones recolectadas. Casas *et al.* (1996) encontró que los mixtecos y nahuas de la cuenca del Balsas ocasionalmente podan ramas y controlan plagas en los individuos con fenotipos favorables en especies arbóreas tales como *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Psidium* spp., *Leucaena esculenta* subsp. *Esculenta* (DC.) Benth., *Spondias mombin* L. y *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, entre otras, tanto en poblaciones silvestres como manejadas *in situ*. Además, estas culturas fertilizan y protegen de las heladas y plagas a especies útiles como *Physalis philadelphica*, *Lycopersicon lycopersicum* y *Capsicum annum* L., que son permitidas y ocasionalmente promovidas en los cultivos.

- **Fomento:** Este tipo de manejo incluye estrategias directas que incrementan la densidad de las poblaciones de las especies utilizadas dentro de una comunidad vegetal (Casas *et al.*, 2007). Puede ser conducido a través de quemas y modificación de la vegetación para favorecer especies vegetales, o a través de la siembra de semillas o plantación de propágulos de aquellas plantas favorecidas dentro de áreas silvestres o ruderales. Ejemplo de este método es el de la palma *Brahea dulcis* por los mixtecos y nahuas de Guerrero, así como los ixcatecos de Oaxaca (Casas *et al.*, 1994, 1996; Rangel-Landa *et al.* 2014, 2016). Esta palma se propaga vegetativamente y es resistente al fuego. La gente remueve árboles y quema la vegetación restante para eliminar competidores que promuevan el crecimiento de las poblaciones de palma. Es común en las culturas mesoamericanas promover el crecimiento de plantas útiles dentro de campos de cultivo abandonados. Ejemplos de este tipo de manejo se han documentado entre los mixtecos, nahuas, popolocas, mayas, lacandones, huastecos y totonacas (Casas *et al.*, 2007). Esta forma de manejo está aparentemente influenciada por el proceso de regeneración de la vegetación y por lo tanto es probable que haya generado selvas artificiales y otros tipos de comunidades vegetales artificiales (Casas *et al.*,

2007). También es común la práctica de esparcir semillas de estas plantas intencionalmente dentro de los campos de cultivo para incrementar su abundancia como por ejemplo en *Amaranthus hybridus*, *Anoda cristata* (L.) Schltl., *Crotalaria pumila*, *Physalis philadelphica* and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. (Casas *et al.*, 1996; Mapes *et al.*, 1996).

2.3 Domesticación en la familia Cucurbitaceae

El estudio de plantas de la familia Cucurbitaceae, ha encontrado un terreno fértil en México, en donde fueron domesticadas varias de las especies de esta familia con mayor importancia económica y cultural en el mundo como son las calabazas (*Cucurbita* spp.), el chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) y el calabazo, tomatillo o guajes (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.) (Lira y Casas, 1998). Esta última especie con cierta controversia en su domesticación, ya que es netiva del viejo mundo y lo mas probable es que los seres humanos trajeran consigo especies de *Lagenaria* en alguna de las oleadas migratorias de hacia América por Beringia (Casas, com. pers). En el inventario etnobotánico de las especies recolectadas de la familia Cucurbitaceae de México, se menciona que 33 de ellas son utilizadas en diferentes regiones del país (Lira, 1997; Lira y Caballero 2002) y que algunas están sujetas a formas de manejo que podrían involucrar procesos de domesticación incipiente.

El género *Cucurbita* ha sido el más estudiado, un grupo de plantas nativas del continente americano que presentan frutos del tipo pepo (Lira *et al.*, 2009 a y b). El género incluye de 12 a 15 especies, y en total unos 20 taxa tomando en cuenta a las subespecies, la mayoría distribuidos en México (Paris, 2016; Lira, 1995; Lira *et al.*, 2016). Es un género utilizado desde tiempos prehispánicos, con una gran cantidad de restos arqueológicos desde México a Argentina. Los hallazgos más tempranos (ca. 10,000-8,000 antes del presente) se ubican entre la costa norte de Perú y la costa de Ecuador (Piperno y Stothert, 2003; Dillehay *et al.*, 2007; Piperno, 2011). Las especies de este género son consideradas entre las primeras en el proceso de domesticación en América (Cutler, 1961) y poseen usos alimenticios, medicinales, ornamentales y para hacer artefactos (Martínez *et al.*, 2015).

Se cuenta con bastos antecedentes para elucidar las relaciones evolutivas de origen y domesticación de los miembros norteamericanos de *Cucurbita*, a través de la morfología de semillas actuales y arqueológicas, pero muy pocos para aquellos de Sudamérica (Lema, 2009a). Generalmente se ha recurrido al empleo de medidas lineales tales como largo, ancho y espesor de las semillas para diferenciar formas silvestres de domesticadas (Decker y Wilson, 1986; Cowan y Smith, 1993; Newsom *et al.*, 1993; Cowan, 1997; Smith, 2006), asumiendo que existe una tendencia a que las semillas aumenten de tamaño a través de la evolución bajo domesticación. En el caso particular de *Cucurbita*, se planteó que el aumento en el tamaño (largo) podía ser el resultado de la selección cultural dirigida, hacia semillas más grandes dado que las mismas eran consumidas (Decker y Wilson, 1986), o bien que semillas más grandes están indirectamente reflejando la selección de frutos de mayor tamaño, considerando una correlación entre tamaño de semilla y de fruto (Cowan, 1997). En este sentido Bisognin (2002) invierte los términos, afirmando que la selección de semillas más grandes pudo haber resultado en frutos más grandes. Semillas más grandes poseen embriones de mayor tamaño, lo cual es una ventaja adaptativa para la germinación en medios antrópicos (Decker y Wilson, 1986).

En términos generales, la etapa inicial de domesticación estaría caracterizada por una tendencia a la disminución en el coeficiente de variación (CV) con respecto a las poblaciones silvestres, luego este tenderá a aumentar por la coexistencia de formas silvestres y otras que exhiben atributos novedosos e híbridos, que les permite competir eficientemente dentro los cultivos y con el tiempo la variabilidad disminuiría por la presencia de fuertes presiones selectivas ligadas a la domesticación. Pero con la generación de diversos cultivares, la diversidad aumentaría nuevamente a nivel específico, si bien debido a que los cultivares tenderán a ser muy uniformes en sus características, la variabilidad intrínseca de los mismos será baja (Gremillion, 1993). Cowan y Smith (1993) registran un CV de entre 5.4 para largo y 6.6 para ancho en semillas de una población de morfotipo silvestre de *Cucurbita pepo* L. Para estos y otros autores (Gremillion, 1993; Newsom *et al.*, 1993) estos valores de CV bajos indican homogeneidad morfológica. Estos valores aumentarán con la domesticación por la presencia de más de un tipo de fruto y/o

los efectos iniciales de la hibridación, cultivo y cría selectiva (Newsom, 1993). Por ende, un aumento en el CV o con valores altos en conjuntos arqueológicos puede indicar la presencia de un taxón domesticado con variedades de frutos de morfología muy diferente (Cowan y Smith, 1993). La persistencia de una alta variabilidad a lo largo de una secuencia arqueológica señala además que ciertas prácticas tales como el aislamiento reproductivo y la cría selectiva estaban limitadas en frecuencia o grado (Gremillion, 1993). Cuando las medidas de los ejemplares arqueológicos abarcan el de ambas poblaciones actuales, se han interpretado como arvenses con síndromes resultado de la hibridación entre poblaciones silvestres y domesticadas (Gremillion, 1993; Martínez *et al.*, 2015) o ante formas transicionales en un continuum de transformaciones (Pearsall, 1989; Hillman y Davies, 1990). El primero de los casos mencionados es el que hasta ahora se considera, en relación con los complejos *Cucurbita maxima* Duchesne – *C. andreana* Naudin en el registro arqueológico del Noroeste argentino, a partir de análisis uni y bivariados a nivel morfológico de semillas y a nivel anatómico en las testas de estas (Lema, 2009b).

Varios autores consideran que en poblaciones vegetales silvestres la forma es menos variable y está menos sujeta a factores ambientales que el tamaño, por lo cual es más adecuado el uso de índices que el de medidas lineales (Mangafa y Kotsakis, 1996). Esto se aplicaría particularmente a las semillas ya que en las mismas la forma es un rasgo genético más conservador que el tamaño (Kay *et al.*, 1980). Los análisis morfométricos para poblaciones actuales de diversas especies demuestran que este tipo de aproximación resulta ser apropiada para determinar patrones de similitud o de variación morfológica en frutos y semillas procedentes de poblaciones sujetas a diversas prácticas de manejo cuando se aplican análisis multivariados (Casas y Caballero, 1996; Casas *et al.*, 1999; Casas, 2001; Aguirre-Dugua *et al.*, 2012, 2013). Así mismo, Martínez *et al.* (2015) indican que estudios previos para el género *Cucurbita* constatan una tendencia al aumento del tamaño de las semillas; sin embargo, la ausencia de estudios morfométricos en poblaciones híbridas generadas bajo cruzamientos controlados, dificulta el avance en la comprensión de la historia evolutiva de *Cucurbita maxima*, quedando éste enmarcado en dos grandes esferas (silvestre - domesticado), sin que se analicen con mayor detalle los procesos de hibridación que pudieron existir a lo largo del tiempo (Martínez *et al.*, 2015).

2.4 *Melothria pendula* L.

Melothria es un género Neotropical de la familia Cucurbitaceae con tres especies reconocidas en México, con una distribución relativamente continua en ambas vertientes del país (**Figura 1**). Incluye tres especies (*Melothria pendula*, *Melothria pringlei* (S.Watson) Mart.Crov. y *Melothria trilobata* Cogn.), que han sido descritas en diferentes floras y estudios (Davidse *et al.*, 1995; Lira, 1999, 2001, 2020; Mac Vaugh, 2001; Nee, 1993; Woodson *et al.*, 1978)

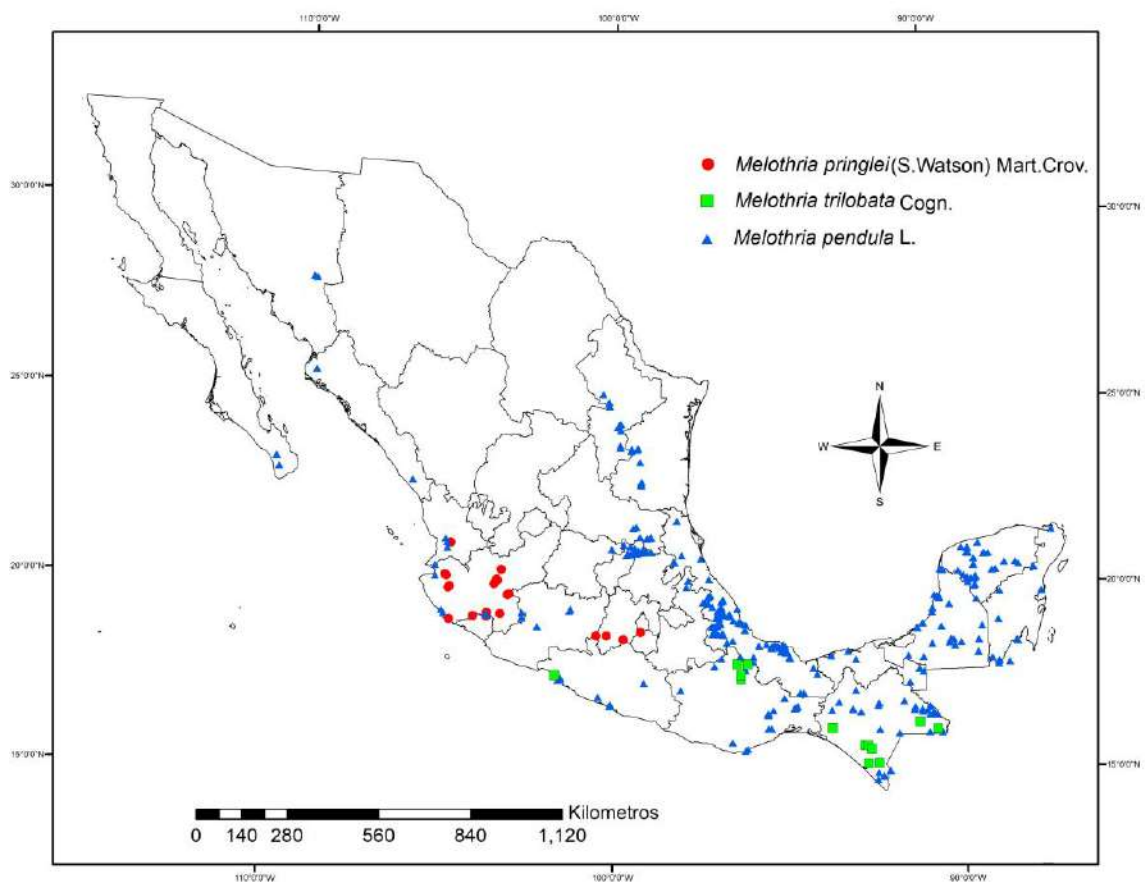


Figura 1. Distribución de las especies del género *Melothria* en México, con base en los registros recopilados para la presente investigación (elaboración propia).

Melothria pendula es una especie reconocida dentro del género (Lira, 2001). No obstante, existen registros de variedades como *M. pendula* var. *chlorocarpa*, *M. pendula*

var. *crassifolia*, *M. pendula* var. *pendula*, lo que resalta una cierta diversidad intraespecífica. El historial nomenclatural para esta especie es el siguiente:

***Melothria pendula* L.:** *Apodanthera gracilis* Benth.; *Bryonia convolvulifolia* Schldtl; *Bryonia filiformis* Roxb.; *Bryonia guadalupensis* Spreng.; *Cucumis glaber* Walter; *Melothria crassifolia* Small; *Melothria costensis* C. Jeffrey; *Melothria donnell-smithii* Cogn; *Melothria donnell-smithii* var. *hirtella* Cogn; *Melothria donnell-smithii* var. *rotundifolia* Cogn; *Melothria fluminensis* Gardner; *Melothria fluminensis* var. *microphylla* Cogn; *Melothria fluminensis* var. *ovata* Cogn; *Melothria guadalupensis* (Spreng.) Cogn.; *Melothria microcarpa* Griseb.; *Melothria nashii* Small; *Melothria pendula* var. *aspera* Cogn; *Melothria pendula* var. *chlorocarpa* (Engelm. ex S. Watson) Cogn.; *Melothria pendula* var. *crassifolia* (Small) Cogn; *Melothria pendula* var. *microcarpa* Cogn.; *Melothria scabra* Naudin.

Melothria pendula tiene una amplia distribución en el continente americano, desde los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Se caracteriza por presentar una amplia variación especialmente en sus hojas y frutos, hábito rastrero, pero puede convertirse en trepador si tiene en qué apoyarse (Arzate y Grenón, 2002). Generalmente presenta estructuras subterráneas perennes que le permiten rebrotar en función de la disponibilidad de agua, no obstante, algunos autores la han descrito como una planta anual (Jeffrey y Trujillo, 1992).

En México se le conoce con diversos nombres dependiendo de la región: en español “meloncito”, “sandiita”, “chilacayotito” o “pepinillo silvestre”; en mixteco “tintuyu vah” y “miná na”; en náhuatl “tzitzi”; en maya “sandía tul”, “sandía kaan”, “sandía xiw”, “sandía xtulub” entre muchos otros. Para la región biocultural Huasteca en el estado de San Luis Potosí se han registrado los nombres en Teenek “baleeyatl an t’eel” y “baleeyail rata”. Se registra en casi todos los estados de México, en donde los frutos y algunas veces los tallos y hojas se reportan como comestibles. Además, se reporta como medicinal en Chiapas, San Luis Potosí y Yucatán (Lira y Caballero 2002). De acuerdo con Lira y Casas (1998), aunque esta especie es generalmente recolectada en estatus silvestre, también es posible encontrarla creciendo como una maleza tolerada en algunos cultivos, así como tolerada e incluso protegida en ambientes humanos. Por ejemplo, en Guerrero,

sus semillas son intencionalmente dispersadas por el hombre para incrementar su disponibilidad. Lira y Caballero (2002) mencionan que este tipo de propagación debe ser considerada selectiva, ya que la gente reconoce variedades dulces y amargas de sus frutos.

2.5 Variación morfológica de *Melothria pendula*

Lira y Caballero (2002) propusieron que *Melothria pendula* es una sola especie polimórfica y que su extraordinaria variación morfológica al parecer está influida por la gran diversidad de condiciones ambientales en que se distribuye. Pero también es posible que tal variación reciba influencia de las actividades humanas, como lo sugieren las siguientes observaciones:

- Es una especie que prospera desde el nivel del mar hasta elevaciones por arriba de los 2,000 m, en bosques tropicales, caducifolios y perennifolios, encinares, bosques mesófilos, bosques de pino-encino, pastizales, pero también, y preferentemente, se le encuentra en áreas de vegetación secundaria derivada de actividades humanas (Lira y Caballero, 2002).
- La fenología es variable en los distintos ambientes en donde crece, y algunas variantes pueden florecer y fructificar a lo largo de todo el año, rasgo que en áreas tales como la Montaña en Guerrero, la gente identifica como favorable para el aprovechamiento de los frutos (Lira y Caballero, 2002).
- Es una planta que está muy ligada a varios aspectos de la vida humana en diferentes regiones por lo menos de México y Brasil (Lira y Caballero, 2002). En ellas, las partes vegetativas de esta especie se utilizan principalmente en la medicina tradicional y en ocasiones como alimento, mientras que sus frutos son fundamentalmente empleados como alimento (Lira y Caballero, 2002).
- En el caso de la Península de Yucatán, donde la planta es muy abundante como arvense y ruderal, es además frecuentemente tolerada en o cerca de las casas y huertos de las comunidades campesinas (Lira y Caballero, 2002). Aparentemente, muchos de los usos medicinales que se han registrado en la actualidad se han

mantenido vigentes cuando menos desde la época colonial (Lira y Caballero, 2002).

- En la región de la montaña de Guerrero se encontraron poblaciones recolectadas, arvenses y ruderales de esta especie (Lira y Caballero, 2002). Además, se ha podido documentar que los campesinos mixtecos la toleran en las orillas de las milpas y solares y que incluso dispersan intencionalmente sus semillas en diferentes sitios (Lira y Caballero, 2002).

Lira y Caballero (2002) mencionan que es importante estudiar en detalle la fenología de la especie pues es sumamente variable entre poblaciones. En este caso sería de relevancia explorar la posible variabilidad en fenología entre y dentro de las poblaciones de distintos ambientes silvestres o arvenses bajo recolección y manejados, así como analizar si tal variación constituye una respuesta plástica o si está controlada genéticamente. Tanto la duración del ciclo de vida como la fenología han sido características sujetas a selección artificial en otras especies de plantas y su estudio en relación con el manejo humano podría revelar aspectos importantes para evaluar en qué medida la selección humana ha influido en los procesos de domesticación de *Melothria pendula*. Previamente se ha observado que la especie puede ser sujeta de selección artificial particularmente en su variación fenológica y morfológica asociada a la amplitud de su distribución, su tolerancia a ambientes perturbados, así como diferentes usos que se han reportado para algunas de sus partes en regiones de Guerrero y Oaxaca y la evidencia histórica de sus usos en zonas como la península de Yucatán (Lira y Casas, 1998; Lira y Caballero, 2002).

La variación morfológica de los frutos de *Melothria pendula* incluye un amplio espectro de formas (globosos, subglobosos, elípticos y ovoides), tamaños (0.8-4 x 0.8-2 cm) y coloraciones (homogéneamente verdes o con manchas y franjas delgadas más claras, hasta totalmente púrpura oscuros a casi negros), tallos delgados, muy ramificados, angulosos, esparcidamente puberulentos a glabros, por lo común con raíces en cada nudo; pecíolos delgados, de 1 a 6.5 cm de largo; flores estaminadas dispuestas en racimos de 1.7 a 6 cm de largo, pedúnculo muy largo, delgado, sulcado, puberulento, pedicelos filiformes, de 3 a 5 mm de largo; flores pistiladas solitarias; fruto cilíndrico ovoide a elipsoide, de 1

a 3 cm de largo y 0.8 a 2 cm de ancho, de color verde cuando es inmaduro, negro o purpúreo oscuro al madurar, epicarpo delgado, liso, mesocarpo carnosojugoso, verde claro; semillas ovadas a ovado-lanceoladas, de 3 a 5 mm de largo y 1 a 3 mm de ancho, amarillentas a pajizas, diminuta y densamente pubescentes con pelos adpresos a seríceas; láminas foliares ovado-cordadas, suborbiculares, triangulares o sagitadas, de 1.6 a 7 cm de largo y 1.7 a 8.5 cm de ancho, enteras a 3-anguloso-lobadas o 3 a 5-lobadas a sectadas, ápice agudo, acuminado u obtuso, generalmente mucronado, base redondeado-cordada, bordes denticulados, repandos, herbáceo-membranáceas, haz puberulento-pustulado a cortamente estrigoso, el envés esencialmente glabro y por lo general de color más claro, zarcillos simples, esparcidamente puberulentos a glabros (**Figuras 2, 3**) (Lira, 2001).

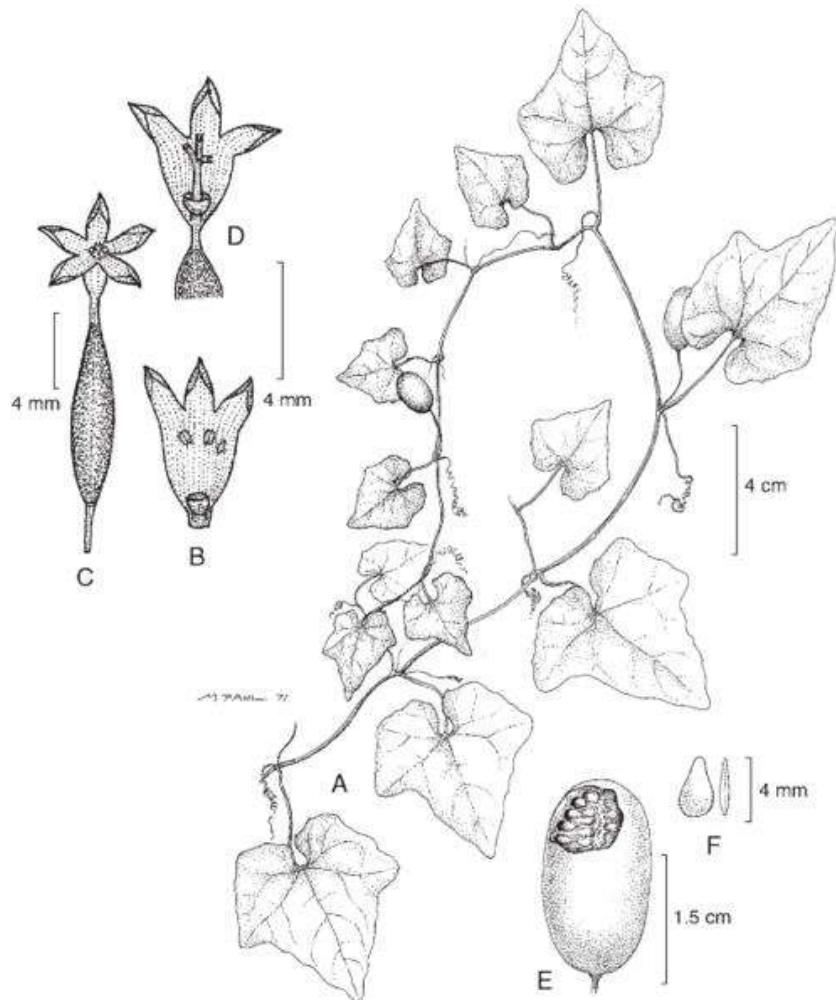


Figura 2. Aspecto general de *Melothria pendula*. Ilustración tomada de Lira (2001).

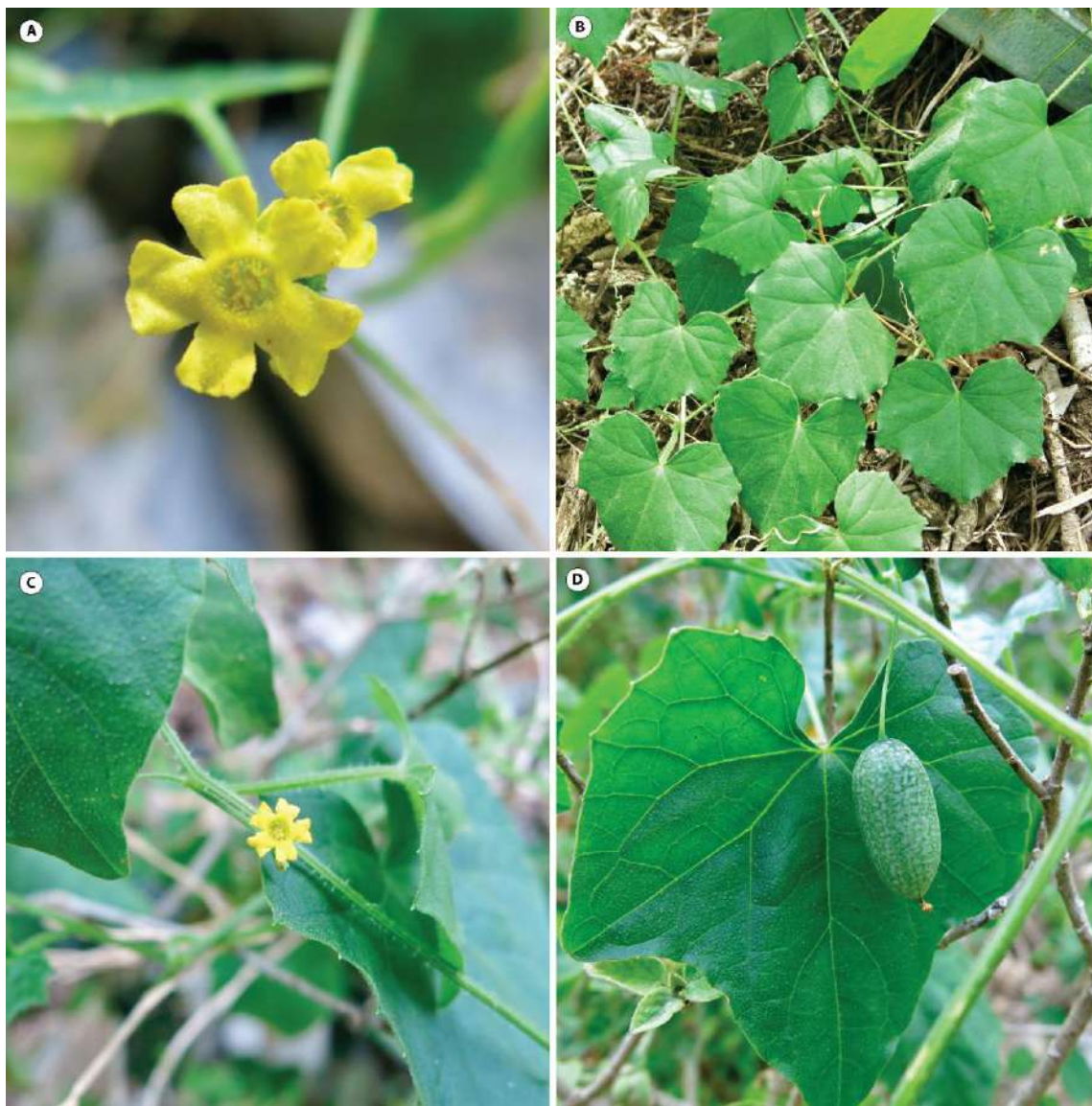


Figura 3. Espécimen vivo de *Melothria pendula*: A) Flor femenina; B) Hojas; C) Flor femenina y hojas; D) Fruto inmaduro y hojas. Fotos de P. Guerrero Torres.

Cabe destacar que el color púrpura oscuro o negro de los frutos maduros se reconoce como un rasgo distintivo de *M. pendula* con respecto a otros taxa del género (Cogniaux, 1916; Wunderlin, 1978; Lira, 1988; Jeffrey y Trujillo, 1992; Nee, 1993), sin embargo, esta coloración aparentemente está presente sólo en frutos maduros. No existe información etnobotánica que indique que el consumo de los frutos involucre preferencias por su tamaño o algún tipo de forma o color. No obstante, en la Montaña de Guerrero la

gente reconoce la existencia de poblaciones cuyos frutos son dulces ("sandías dulces"), con sabor a pepino y que pueden comerse sin problema, y otras en las que los frutos son de sabor amargo y desagradable ("sandías amargas") (Lira y Casas, 1998).

2.6 Zona de estudio

La región biocultural Huasteca se ubica en el noreste del país, entre el Golfo de México (GM) y la Sierra Madre Oriental (SMOr) y su territorio incluye partes de los estados de Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. (**Figura 4**). Es una región heterogénea desde el punto de vista biocultural, en ella se mezclan una elevada biodiversidad y diferentes etnias y grupos humanos que dependen de ella. La riqueza de su patrimonio biocultural y de agroecosistemas se expresa a través de cinco pueblos originarios principalmente en la SMOr, que son el teenek, el xi'iùy, el náhuatl, el hñähñu y el tepehua más un fuerte núcleo de campesinos mestizos. Se agregaron al mapa municipios de San Luis Potosí con presencia xi'iùy.

La alta biodiversidad en la zona es resultado de la combinación de factores geológicos, fisiográficos y climáticos, así como su posición latitudinal que la ubican en la zona de transición entre regiones tropicales y boreales (Puig y Lacaze, 2004). Su relieve es levemente ondulado con altitudes que oscilan aproximadamente entre los 50 y los 3,000 m snm. Su clima es considerado semicálido húmedo a cálido subhúmedo. La temperatura media anual es de 24°C y la precipitación anual puede superar los 2,000 mm (Cabrera y Betancourt, 2002). Los principales tipos de vegetación son: bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, encinar tropical, bosques de coníferas y encino, y el bosque mesófilo de montaña (Rzedoswki, 1978; Puig, 1991).

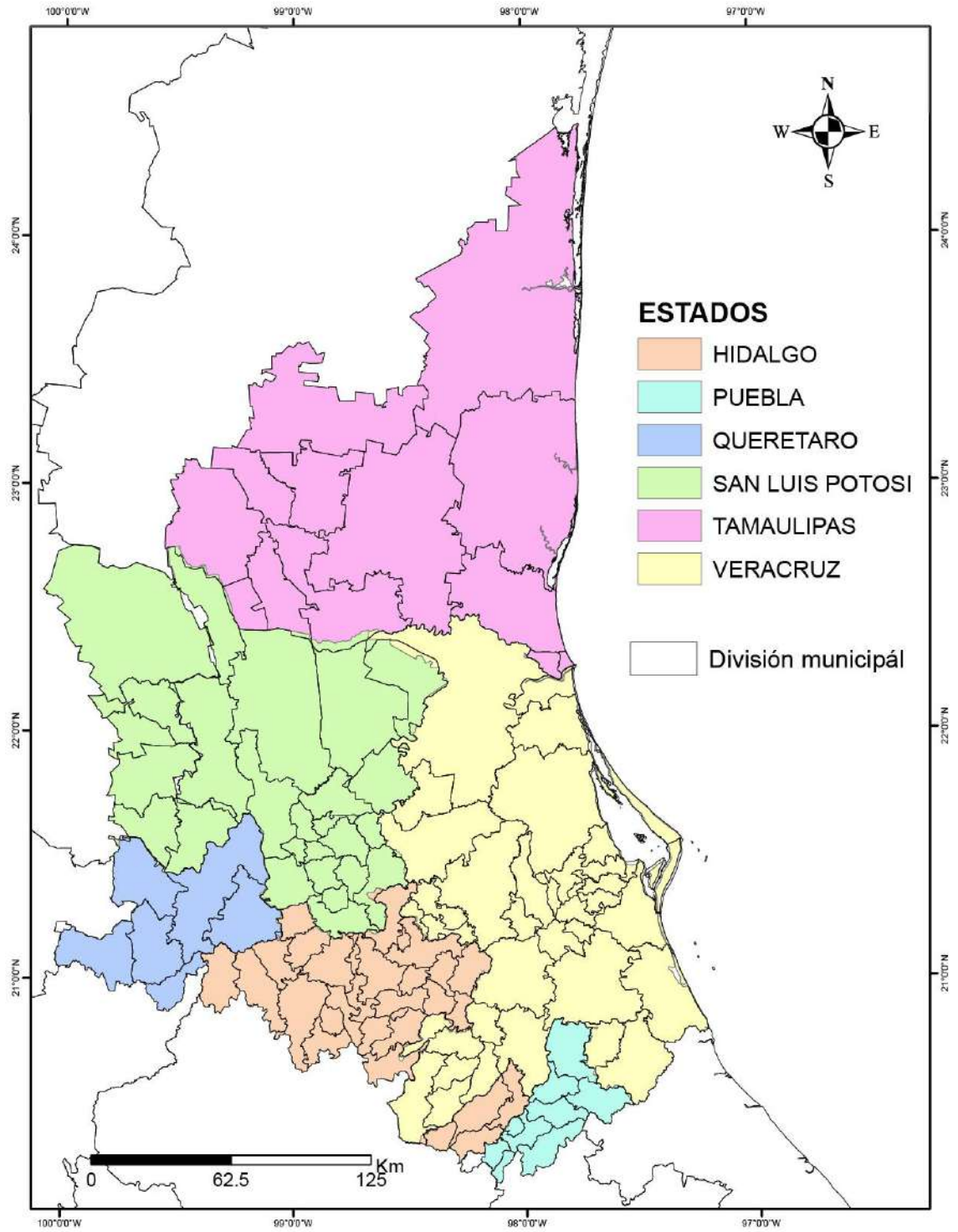


Figura 4. Ubicación geográfica de la región biocultural Huasteca.

3. Justificación

Melothria pendula es una especie poco estudiada en México, y particularmente en la región biocultural Huasteca. La información que existe sobre la distribución de la especie en México y su etnobotánica es incompleta. El análisis de su variación morfológica en la región biocultural Huasteca y México, permite conocer de manera más clara si la especie ha sido sujeta de selección para algunos de sus atributos morfológicos.

4. Hipótesis

La variación morfológica de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca está asociada a posibles procesos de selección humana. Si esto es así, se espera que existan diferentes patrones de variación morfológica entre poblaciones no manejadas y manejadas. En las poblaciones manejadas se esperaría un mayor tamaño de los frutos y sabor no amargo, como rasgos distintivos registrados en otras regiones. Pero también es factible esperar que otros rasgos correlacionados con el tamaño del fruto (tamaño de la flor y algunos rasgos vegetativos como el grosor de los tallos, por ejemplo) puedan igualmente variar. En algunas plantas la selección humana ha influido en variaciones fenológicas, generalmente para ampliar la disponibilidad de partes útiles. Si es el caso, se esperaría que la floración y fructificación en áreas manejadas fueran más amplias que en áreas no manejadas.

5. Objetivo general

Recopilar la información existente para *Melothria pendula* en México con énfasis en la región Huasteca, y caracterizar su variación morfológica asociada al uso humano.

6. Objetivos particulares

1. Construir una base de datos de la distribución geográfica de *Melothria pendula* en México.
2. Modelar su distribución potencial a partir de máxima entropía.
3. Integrar la información etnobotánica sobre *Melothria pendula* en México
4. Caracterizar la variación morfológica de *Melothria pendula* para la región biocultural Huasteca

5. Determinar la relación de la variación morfológica de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca asociada al estatus ecológico de la especie.
6. Determinar la relación de la variación fenotípica y ecogeográfica de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca

7. Materiales y métodos

7.1 Base de Datos

Se integró una base de datos con registros de *Melothria pendula* del Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2021) con ejemplares en 30 herbarios tanto nacionales como de otros países. Se consultó la base de la Red Mundial de Información sobre Diversidad (REMIB, 2021), SEINet data portal (SEINet, 2021), Trópicos (Trópicos, 2021), y el portal de datos abiertos del herbario MEXU de la UNAM (IBdata, 2021). Por la limitación de la pandemia por la COVID-19, sólo se llevaron a cabo siete salidas de colecta de julio 2020 a mayo del año 2021, dos a Querétaro, cuatro a San Luis Potosí y una a Veracruz. Adicionalmente, se consultó la Base de Datos Etnobotánicas de Plantas mexicanas (BADEPLAM, 2021), de donde se obtuvo información sobre los usos y nombres de *M. pendula*. La información etnobotánica de la especie obtenida tanto de la literatura, como de las visitas en campo fue compilada.

Se efectuaron recorridos con guías expertos conocedores de la flora local y de los senderos, residentes en las comunidades visitadas. Se recolectaron especímenes botánicos y se procesaron con base en las técnicas de Lot y Chiang (1986), en las instalaciones del herbario “Dr. Jerzy Rzedowsky” (QMEX) de la UAQ. La información etnobotánica se registró mediante entrevistas abiertas; en pocos casos se participó en algunas prácticas de empleo y manejo de ciertas especies. Para cada especie utilizable se registró su nombre común, tanto en lengua española como en otras lenguas que usan los pobladores, su forma de vida, uso o categoría etnobotánica, parte utilizada, forma de uso y preparación. Los usos se clasificaron de acuerdo a su categoría etnobotánica, los cuales se definieron con base en Hernández X. (1985) y Hernández-Sandoval *et al.* (1991).

7.2 Distribución

Todos los registros de *Melothria pendula* fueron proyectados sobre el mapa de tipos de vegetación de México según Rzedowski (1978): bosque de coníferas, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque xerófilo, pastizal y vegetación subacuática; además de las provincias biogeográficas según Morrone *et al.* (2017): Neártica, Neotropical y la zona de transición.

Se generó un mapa de distribución potencial de *Melothria pendula* con base en variables ambientales. El sistema de información utilizado para la obtención de los mapas fue Qgis ver. 3.10 y MaxEnt ver. 3.4.3 (Phillips *et al.*, 2006). Se utilizaron las 19 variables bioclimáticas de WorldClim Global Climate Data V. 1.4 (www.worldclim.org) así como tipo de suelo (INEGI), elevación (SRTM data1), tipo de roca (Servicio Geológico Mexicano), tipo de vegetación (INEGI Serie VI) y la pendiente, a partir de la capa de elevación para determinar que variables tienen mayor contribución en la presencia de *M. pendula*. Se utilizó la configuración predeterminada en el programa MaxEnt con 1,000 iteraciones y se utilizó la opción “do jackknife to measure variable importance” para evaluar la contribución de cada variable en la predicción del modelo. Respecto al tipo de salida, se seleccionó el tipo “Logistic” debido a que proporciona un estimado entre 0 y 1 de la probabilidad de presencia.

Se utilizó el CAPFITOGEN Ver. 2.0 en específico la herramienta ECOGEO que consiste en la caracterización de cada punto de recolección con alrededor de 39 variables. En tres aspectos: a) Bioclimático, incluye factores de temperatura y precipitación, se incluyeron las 19 variables bioclimáticas, b) Geofísico, agrupa factores topográficos y de relieve de mayor importancia, especialmente relacionados con la radiación solar, en total se usaron cuatro variables y el c) Edáfico, referente a factores relacionados con las condiciones físicas y/o químicas de la fracción del suelo de la que las plantas dependen. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Se obtienen valores de 0 a infinito de acuerdo con los registros. También se utilizó la herramienta DIVA-GIS de CAPFITOGEN para obtener la diversidad fenotípica con valores de 0 a 1.

7.3 Caracterización de ejemplares de herbario

Se obtuvieron imágenes digitales de 60 ejemplares correspondientes a la región Huasteca. Se tomaron seis variables cuantitativas y ocho variables cualitativas, que de acuerdo con Lira (1997) y Lira y Caballero (2002) son atributos sujetos a formas de manejo que podrían involucrar procesos de domesticación incipiente en especies de Cucurbitaceae (**Cuadro 1**). Las variables cuantitativas fueron tomadas con el software de acceso libre ImageJ ver 1.52p. (Schneider *et al.*, 2012). Para medir longitud, ancho y área foliar se seleccionaron las hojas junto a la flor o fruto del ejemplar, se tomaron en cuenta de estas las medidas máximas y mínimas de cada hoja por cada variable.

Cuadro 1. Caracteres medidos en ejemplares de herbario.

Tipo	Carácter
Cuantitativa	1. Longitud máxima (cm) de la hoja (LMAH)
	2. Longitud mínima (cm) de la hoja (LMIH)
	3. Ancho máximo (cm) de la hoja (AMAH)
	4. Ancho mínimo (cm) de la hoja (AMIH)
	5. Máximo de área foliar (cm ²) (MAAF)
	6. Mínimo de área foliar (cm ²) (MIAF)
	7. Promedio de semillas por fruto
	8. Promedio largo de semillas
	9. Promedio ancho de semillas
	10. Promedio grosor de semillas
Cualitativa	1. Forma de la hoja (FH)
	2. Base de la hoja (BH)
	3. Margen de la hoja (MH)
	4. Forma del ápice (FA)
	5. Pubescencia en hojas (PH)
	6. Presencia de zarcillos (PZ)
	7. Color de la flor (CF)
	8. Forma de la flor (FF)
	9. Forma del fruto

7.4 Estatus ecológico y posible selección de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca

Con el fin de determinar posibles grados de selección humana y domesticación incipiente sobre *Melothria pendula* en relación con su hábitat, los 60 ejemplares analizados fueron clasificados de acuerdo con su estatus ecológico en: 1) ruderales o arvenses aquellas que están en hábitats alterados por el humano como en bordes de caminos o a orillas de campos de cultivo y 2) silvestres secundarios las que no tienen ningún tipo de manejo presentes en vegetación secundaria.

7.5 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de U-Mann Whitney con el paquete estadístico SIGMAPLOT ver 11.0 (Systat Software, San Jose, CA). Para identificar las diferencias estadísticas en las variables morfométricas para las categorías de estatus ecológico 1) ruderal o arvense y 2) silvestre secundario a través del valor de U y su significancia.

8. Resultados

8.1 Distribución de *Melothria pendula* en México

La base de datos para *Melothria pendula* compilada para la presente investigación incluye 971 registros georreferenciados, de los cuales 60 corresponden a la región biocultural Huasteca. De estos, 13 son nuevos registros colectados durante la presente investigación que fueron depositados en el herbario “Dr. Jerzy Rzedowski” (**Cuadro 2**). Los tres herbarios que tienen el mayor número de registros son: el Herbario del Instituto de Ecología de Xalapa (XAL) con 288 (30%), el Instituto de Biología-UNAM (IBUNAM) con 200 (21%), el Jardín Botánico de Misuri (MO) con 74 (8%) (**Cuadro 3**).

Cuadro 2. Expediciones de colecta de *Melothria pendula*.

Fecha	Municipio, Estado	Localidad	Número de recolectas
8 julio	Agua Zarca, Querétaro	Camarones	1
9 julio	Hidalgo	Poza Amarilla	0
10 julio	Xilitla, San Luis Potosí	Amayo de Zaragoza	0
10 julio	Xilitla, San Luis Potosí	Tierra Blanca	0
11 julio	Xilitla, San Luis Potosí	Pilateno	0
21 julio	Arroyo Seco, Querétaro	El Jardín	1
22 julio	Arroyo Seco, Querétaro	San José de las Flores	1
23 julio	Rayón, San Luis Potosí	Las Guapas	0
23 julio	Rayón, San Luis Potosí	Sabinito de Caballete	0

22 agosto	Tamasopo, San Luis Potosí	Puerto Verde	1
23 agosto	Chalma, Veracruz	Chapopote Chico	0
6 octubre	Rayón, San Luis Potosí	Las Guapas	2
9 octubre	Aquismón, San Luis Potosí	La Mesa	1
9 octubre	Aquismón, San Luis Potosí	Sobre carretera, La Mesa	1
10 octubre	Xilitla, San Luis Potosí	Pilateno	0
13 noviembre	Xilitla, San Luis Potosí	El Cañón	2
10 diciembre	Rayón, San Luis Potosí	Las Guapas	2
11 diciembre	Tamasopo, San Luis Potosí	Puerto Verde	1
Total			13

Cuadro 3. Registros de *Melothria pendula* dentro del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) con ejemplares de diferentes herbarios.

Herbario	Número de registros	Porcentaje
Instituto Nacional de Ecología, Xalapa (INECOL-XAL)	288	30
Instituto de Biología-UNAM (IBUNAM)	200	21
Jardín Botánico de Misuri (MO)	74	8
Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	61	6
Colegio de Ciencias Naturales, Universidad de Texas (CNS-UT)	52	5
Herbario de la Universidad de Texas (TEX)	27	3
Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca (SERBO)	23	2
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC)	22	2
El Colegio de La Frontera Sur (ECOSUR)	20	2
Universidad Autónoma de México - Facultad de Ciencias (FC-UNAM)	19	2
Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa (FA-UAS)	18	2

Los registros obtenidos permiten proyectar geográficamente la distribución conocida para *Melothria pendula* en México, que se localiza principalmente en la Zona Neotropical y en la Zona de Transición Mexicana (**Figura 5**). La especie se distribuye en al menos ocho tipos de vegetación, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) (**Figura 6**). El 30% de los registros se localizan en el bosque tropical perennifolio (287 registros), el 21% en bosque tropical caducifolio (200) y el 15% en bosque de coníferas y encinos (143). Los otros 339 registros se encuentran en bosque tropical subcaducifolio, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, bosque espinoso y cerca de cuerpos de agua (**Cuadro 4**).



Figura 5. Distribución de *Melothria pendula* de acuerdo con las provincias biogeográficas propuestas por Morrone *et al.* (2017).

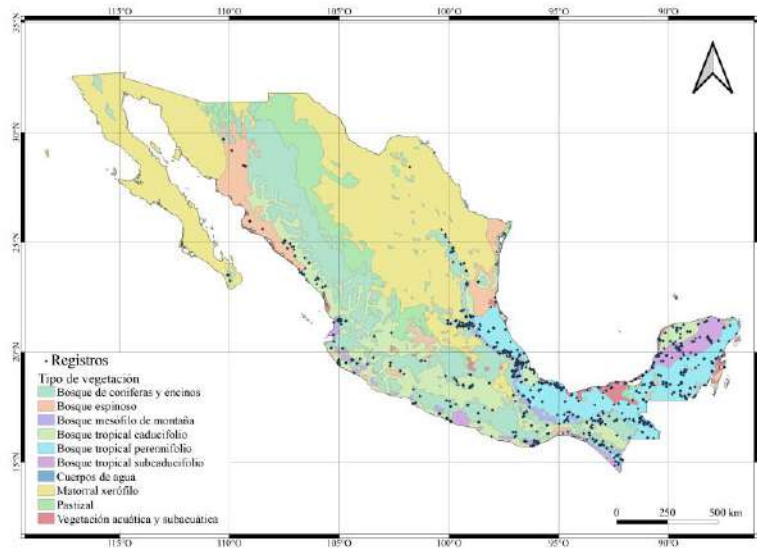


Figura 6. Distribución de *Melothria pendula* por tipo de vegetación de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978).

Cuadro 4. Número de registros de *Melothria pendula* por tipos de vegetación.

Tipo de Vegetación	Número de registros	Porcentaje
Bosque tropical perennifolio	287	30
Bosque tropical caducifolio	200	21
Bosque de coníferas y encinos	143	15
Bosque tropical subcaducifolio	91	9
Matorral xerófilo	77	8
Bosque mesófilo de montaña	74	8

Otro tipo de vegetación	42	4
Bosque espinoso	30	3
Cerca de cuerpos de agua	25	3
Total	969	

8.2 Distribución potencial de *Melothria pendula*

De las 19 variables bioclimáticas usadas para generar el modelo de distribución potencial de *Melothria pendula*, las variables con mayor contribución fueron: rango de temperatura anual (Bio 7), temperatura mínima del mes más caliente (Bio 6), precipitación anual (Bio 12) y la precipitación del mes más seco (Bio 14). Las regiones con alta probabilidad de presencia de *Melothria pendula* se restringe a la zona neotropical, principalmente hacia el sur de México en Chiapas y la península de Yucatán, además de una parte de la región biocultural Huasteca en los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas e Hidalgo (**Figura 7a**). Los municipios dentro de la región biocultural Huasteca con más del 60% de probabilidad de distribución potencial de *M. pendula* son: Chapulhuacan, Hidalgo con una probabilidad de 0.70 en una escala de cero a uno; Tampico, Tamaulipas con 0.68; Landa de Matamoros, Querétaro con 0.67; Pisaflores, Hidalgo con 0.66; y Jalpan, Querétaro con 0.66 (**Figura 7b, Cuadro 5**). De estos municipios, se ha confirmado la presencia de la especie, a través de colectas botánicas, en los municipios de Aquismón y Xilitla, en San Luis Potosí con cuatro registros y Arroyo Seco, en Querétaro, con dos. Por el contrario, en Pisaflores, Hidalgo con una probabilidad de 0.60, no se ha registrado su presencia.

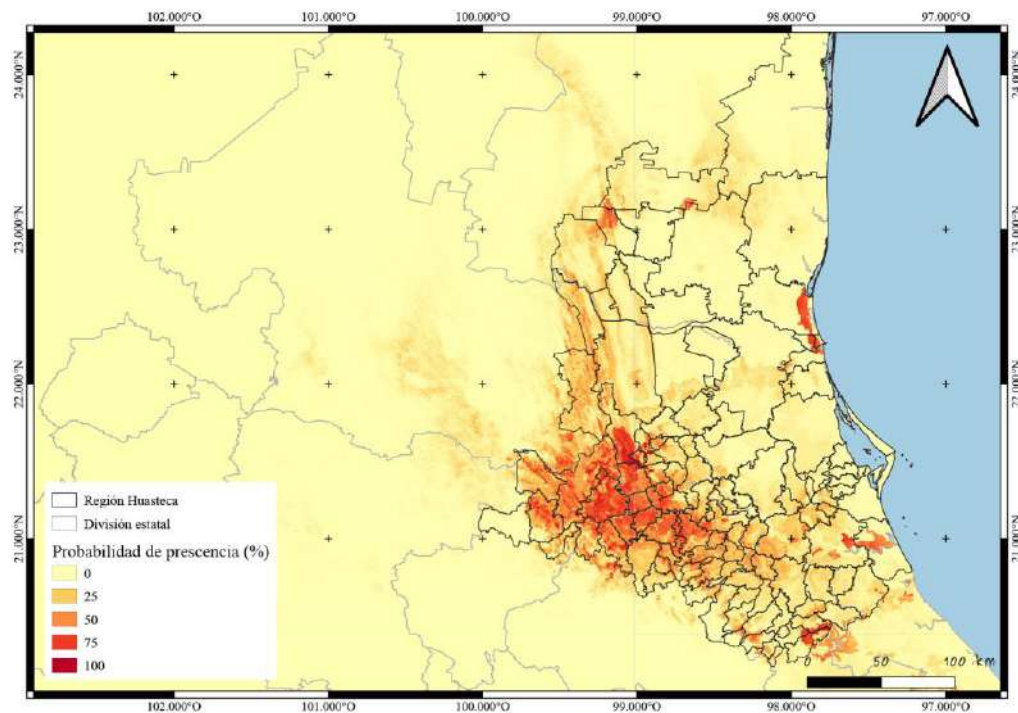
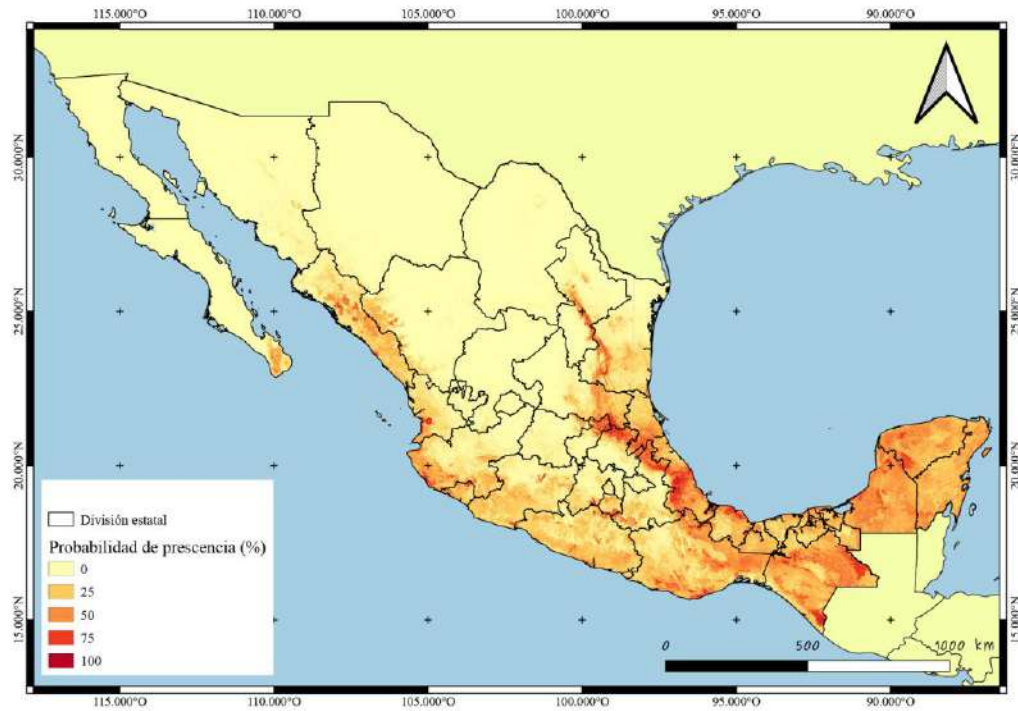


Figura 7. Mapa de distribución potencial de *Melothria pendula*: a) Distribución potencial en México y b) Distribución potencial en la región biocultural Huasteca.

Cuadro 5. Valor de probabilidad de distribución potencial mayor a 0.60 en una escala de cero a uno en municipios de la región biocultural Huasteca.

Estado	Municipio	Probabilidad	Expedición de colecta	Número de registros
Hidalgo	Chapulhuacan	0.70	No	NA
Tamaulipas	Tampico	0.68	No	NA
Querétaro	Landa De Matamoros	0.67	Si	NA
Hidalgo	Pisaflores	0.66	Si	0
Querétaro	Jalpan	0.66	No	NA
Querétaro	La Misión	0.66	No	NA
San Luis Potosí	Aquismón	0.64	Si	2
Tamaulipas	Gómez Farías	0.61	No	NA
San Luis Potosí	Xilitla	0.61	Si	2
Tamaulipas	Altamira	0.61	No	NA
Querétaro	Arroyo Seco	0.60	Si	2

8.3 Registros recientes de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca

Las expediciones de campo para la presente investigación incluyeron 13 localidades en ocho municipios de los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Veracruz, que pertenecen a la región biocultural Huasteca, en elevaciones que van de 370 a 1,392 m snm (**Cuadro 6**), en climas cálidos húmedo y subhúmedo y semicálidos húmedos y subhúmedo (**Figura 8**). Los tipos de vegetación en donde se localizó la especie son: bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus* y bosque tropical perennifolio con clima subtropical húmedo, cálido húmedo y subhúmedo, semicálido húmedo y subhúmedo y semiárido cálido, en un tipo de suelo regosol y leptosol de origen calcáreo. Los meses de expedición fueron en julio, agosto, octubre y diciembre. Los sitios con registro de *M. pendula* corresponden al estado de San Luis Potosí en cuatro municipios y cuatro localidades: El Cañón, La Mesa, Las Guapas y Puerto verde. En el estado de Querétaro se registró *M. pendula* en Landa de Matamoros y Arroyo Seco en las localidades Camarones, El Jardín y San José de las Flores. Los meses de colecta fueron julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre.

Cuadro 6. Colecta de especímenes de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca.

Fecha	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Tipo de suelo
08 jul	Querétaro	Landa de Matamoros	Camarones	Bosque mesófilo de montaña	1,392	Leptosol
21 jul	Querétaro	Arroyo Seco	El Jardín	Bosque mesófilo de montaña	1,110	Leptosol
22 jul	Querétaro	Arroyo Seco	San José de las Flores	Bosque de <i>Quercus</i>	1,377	Leptosol
22 ago	San Luis Potosí	Tamasopo	Puerto Verde	Bosque mesófilo de montaña	1,048	Leptosol
06 oct	San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Bosque mesófilo de montaña	970	Leptosol
06 oct	San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Bosque mesófilo de montaña	1,007	Leptosol
09 oct	San Luis Potosí	Aquismón	La Mesa	Bosque mesófilo de montaña	370	Regosol
09 oct	San Luis Potosí	Aquismón	Sobre carretera, La Mesa	Bosque mesófilo de montaña	619	Regosol
13 nov	San Luis Potosí	Xilitla	El Cañón	Bosque tropical perennifolio	1,200	Leptosol
13 nov	San Luis Potosí	Xilitla	El Cañón	Bosque tropical perennifolio	1,200	Leptosol
10 dic	San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Bosque mesófilo de montaña	1,086	Leptosol
10 dic	San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Bosque mesófilo de montaña	1,071	Leptosol
11 dic	San Luis Potosí	Rayón	Puerto Verde	Bosque mesófilo de montaña	890	Leptosol

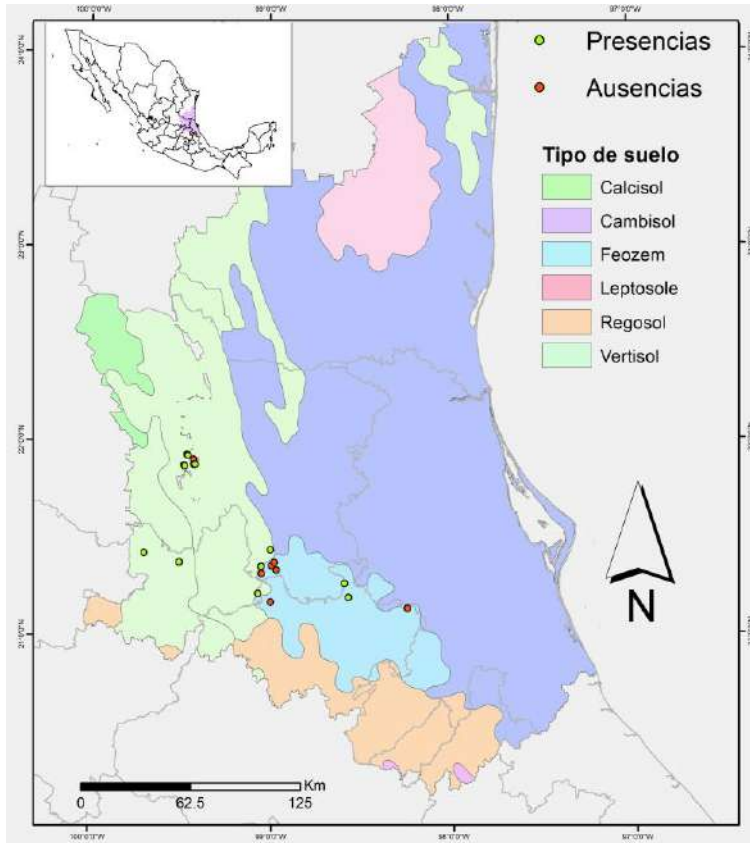


Figura 8. Tipos de suelo en los sitios visitados en la región biocultural Huasteca para la presente investigación.

Para la región biocultural Huasteca, la especie fue colectada en floración y con frutos inmaduros en julio y diciembre en Querétaro y San Luis Potosí. En el mes de agosto se observó un ejemplar en estado vegetativo en Puerto Verde, Tamasopo, San Luis Potosí. Los frutos maduros y flores se encontraron en el mes de octubre y noviembre (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Etapa fenológica de las colectas en la región biocultural Huasteca.

Estado	Municipio	Localidad	Julio	Agosto	Octubre	Noviembre	Diciembre
Querétaro	Agua Zarca	Camarones	Flor, fruto inmaduro				
Querétaro	Arroyo Seco	El Jardín	Flor y fruto inmaduro				
Querétaro	Arroyo Seco	San José de las Flores	Flor y fruto inmaduro				
San Luis Potosí	Tamasopo	Puerto Verde		Vegetativo			

San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Vegetativo	
San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas	Vegetativo	
San Luis Potosí	Aquismón	La Mesa	Flores y fruto maduro	
San Luis Potosí	Aquismón	Sobre carretera, La Mesa	Flores y frutos maduros	
San Luis Potosí	Xilitla	El Cañón	Flores y frutos maduros	
San Luis Potosí	Xilitla	El Cañón	Flores y frutos maduros	
San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas		Flor y frutos verdes inmaduros
San Luis Potosí	Rayón	Las Guapas		Flor y frutos verdes inmaduros
San Luis Potosí	Rayón	Puerto Verde		Flor y frutos verdes inmaduros

8.4 Etnobotánica de *Melothria pendula*

Los registros de *M. pendula* en México que se recopilan en la presente investigación coinciden con el área geográfica con población que hablan 32 lenguas en 25 estados diferentes (**Cuadro 8**). Destaca el territorio náhuatl con 312 (32%) en 16 estados, el maya con 193 (20 %) en ocho estados y el zapoteco con 79 (8 %) en seis estados, que en su conjunto representan el 60% del total de los registros.

Cuadro 8. Número de registros de *Melothria pendula* en territorio que hablan alguna lengua indígena.

Lengua	Estados	No. de Registros
Nahuátl	Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán	312
Maya	Campeche, Guerrero, Jalisco, Nuevo León, Quintana Roo, Sonora, Veracruz, Yucatán	193
Zapoteco	Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Veracruz	79
Tzeltal	Chiapas, Querétaro, Veracruz, Yucatán	64
Tzotzil	Chiapas, Veracruz, Yucatán	37

Mixteco	Baja California Sur, Guerrero, Jalisco, México, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz	35
Mame	Chiapas, Veracruz	27
Huasteco	Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz	25
Chontal	Tabasco, Veracruz, Oaxaca, Veracruz	22
Chol	Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz	18
Chinanteco	Oaxaca, Veracruz	17
Totonaca	Puebla, Veracruz	17
Zoque	Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz	16
Tepehuan	Sinaloa	14
Tlapaneco	Guerrero	11
Otomí	Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, Veracruz	10
Purepecha	Michoacán, Veracruz	10
Mestizo	Querétaro, San Luis Potosí	8
Huichol	Nayarit, Yucatán	7
Mazahua	México, Michoacán, Nuevo León	6
Xi'iùy	Querétaro, San Luis Potosí	6
Popoluca	Veracruz	6
Mayo	Sinaloa	5
Mazateco	Oaxaca, Veracruz	5
Cora	Sinaloa	4
Kanjobal	Chiapas	3
Pima	Sonora	3
Kikapu	Coahuila	2
Mixe	Oaxaca	2
Amuzgo	Michoacán	1
Cakchiquel	Guerrero	1
Mestizo	San Luis Potosí	1
Tojolabal	Chiapas	1

8.4.1 Fitonimia de *Melothria pendula* en México y en la región biocultural Huasteca

De acuerdo con la información revisada para la presente investigación, en México se registran los siguientes nombres para *Melothria pendula*: baleeyail an t'eel (teenek), chilacayotito, esponjuela, meloncito, sandía de pájaro, sandía de ratón, sandiita (Lira-Saade, 2001), sandía de la lagartija, sandía de ratón, sandía kann, sandía stulub, sandía tul, sandía xiw, sandiyita (Davidse *et al.*, 1995); sandiíta, tomatito, tinana (Mixteco, Casas *et al.*, 1994); chilacayotillo, chilacalotillo, k'um-tulub, x-tulub, sandía de culebra, sandía de

lagartija, sandía de ratón, sandía silvestre (Martínez, 1979); xantiya ak' (Tzotzil, Caballero *et al.*, 2020); tzämi ay, mayil pos, xantiya ak', eu-gi-má-muei(n)-nán, sandía, sandía de pajarito, sandía de monte, sandía silvestre, pepinillo, chilacayotito, miná na raka maje, calabacita, pepinillo de monte, pepino criollo, sandia tzitzi, siña spuun, k'umxtulub, sandía tulub, sandía-xtulub (Maya), (Caballero *et al.*, 1982-2020); bejuco de culebra, sandía xiw, granadilla, tamarindo, tintuya vali, tomatito (Arriaga-Weiss y Hernández-Ugalde, 2020), Baleyáj (Heindorf *et al.*, 2021), Hualeya, hualeyita (Náhuatl), calabacita de campo, cuallellitas, meloncillo, pepino de monte, puerquitos, melón, sandía, sandiita, cuallellita tomatillo, tomate de murciélago, huevo de gato.

De las visitas que se tuvieron a la región biocultural Huasteca y el área anexa de la región Xi'ùuy, se registran nueve nombres comunes diferentes (**Cuadro 9**). Destacan los nombres, “baleya” en lengua náhuatl que significa sandía (Martínez, 1994) y “puerquitos” en lengua Xi'ùuy de Querétaro y San Luis Potosí, no registrado previamente en literatura.

Cuadro 9. Etnotaxones de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca.

Nombres comunes	Número de registros	Grupo étnico	Localidad, Municipio, Estado
"Baleya" (sandía)	1	Nahuas	La Mesa, Aquismón, San Luis Potosí
"Pequeño pepino"			
"Calabacita de campo"	1	Mestizo	Agua Zarca, Camarones, Querétaro
"Cochinitos"	2	Xi'ùuy	Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí
"Meloncillo"	1	Mestizo	El Jardín, Arroyo Seco, Querétaro
"Puerquitos"	2	Xi'ùuy	San José de las Flores, Arroyo Seco, Querétaro y Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí
"Sandiita de monte"	3	Mestizo y Xi'ùuy	El Cañón, Xilitla, San Luis Potosí y Puerto Verde, Rayón, San Luis Potosí
"Meloncillo"	0	Mestizo	Amayo de Zaragoza, Xilitla, San Luis Potosí
"Sandiita"	2	Mestizo y Xi'ùuy	Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí y La mesa, Aquismón, San Luis Potosí
"Tomatillo"	1	Mestizo	Puerto Verde, Tamasopo, San Luis Potosí
"Pepino de Monte"	1	Mestizo	Puerto Verde, Tamasopo, San Luis Potosí
Baleyajil an tél.	0	Teenek	Tamaletóm, Aquismón, San Luis Potosí
Chayotillo	0	Mestizo	El Plátano, San Joaquín, Querétaro

8.4.2 Usos de *Melothria pendula* en México

Uso comestible – Es usada en distintas partes de México como alimento y bebida (en orden alfabético): En **Chiapas**: En Zinacantán, los frutos y las hojas son consumidos como quelite por la etnia Tzotzil (Caballero *et al.*, 1982). **Guerrero**: El fruto se come hervido y las hojas como quelite” (Viveros y Casas, 1994). **Hidalgo**: En Poza Amarilla, Pisafloras es utilizada para la elaboración de salsa mezclada con chile y cebolla (información de campo) Figura. **Nuevo León**: Se utiliza como alimento, sin más información disponible (Caballero *et al.*, 1982; Lira, 1988). **Oaxaca**: El fruto es comestible (Caballero *et al.*, 1982; Lira, 1988). **Puebla**: En Coxcatlán, San Antonio Cañada y Cuicatlán el fruto se utiliza para la elaboración de guisados. En Jonotla, el fruto se consume crudo sin cutícula por la etnia Totonaca y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se utiliza como alimento, solo se considera como comida de emergencia, se considera “sucio” ya que es comido por los animales, también se menciona que es muy refrescante y calma la sed. En Zapotitlán de Méndez, el fruto se consume crudo y sin cutícula. En Tuzamapan de Galeana y en Cuauhtapanaloyan, Cuetzalan el fruto es consumido fresco y crudo (Caballero *et al.*, 1982). **Querétaro**: En Camarones, Agua Zarca el fruto se utiliza para la elaboración de salsa con “chile rayado” (información de campo). En El Jardín, Arroyo Seco, los informantes refieren que antes utilizaban el fruto para hacer salsa pero actualmente ya no. En San José de las Flores, Arroyo Seco se utiliza para preparar salsa con chile. **San Luis Potosí**: Se utiliza como alimento sin ninguna especificación de uso (Alcorn, 1983). En Jol Mom, Aquismón el fruto es utilizado como alimento (Heindorf *et al.*, 2021). En Las Guapas y Sabinito de Caballete, Rayón se consume con sal o hervida para preparar salsa. El fruto maduro y color morado también se consume como golosina. En Puerto Verde, Tamasopo, se utiliza para preparar salsa con chile y cebolla. En Pilateno y Tierra Blanca, Xilitla, el fruto se consume como golosina y es apreciado por el sabor dulce. **Estado de México**: En Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Sultepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonicato, Villa Guerrero, Zacualpan y Zumpahuacán, el fruto es utilizado como alimento (Caballero *et al.*, 1982). **Veracruz**: Fruto comestible sin especificaciones de uso en Actopán, Alamo, Catemaco, Chacaltianguis, Chicontepec, Cosamalaoapan Cordoba, Dos Ríos, Emiliano Zapata, Huatusco, Hidalgotitlán, Naolinco,

San Andrés Tuxtla, San Pedro Soteapan, Mecayapán, Tajín, Tlacolula, Tlacotalpan, Totula, Xalapa, Zapata (Nee, 1993). En **Yucatán** consumen los frutos maduros (Caballero *et al.*, 1982; Lira, 1988).

Uso medicinal – Se utiliza en diferentes regiones de México con propósitos medicinales: En **Chiapas**: una infusión de frutos se usa como vitamínico contra la anemia. Los tzetzales utilizan el fruto hervido para aliviar el dolor de corazón y para el “mal de ojo” los frutos se mezclan con aguardiente y se bendice por un “curandero” antes de ser bebida. **Morelos**: En las localidades: Ajuchitlán, Chimalacatlán, Huautla, Huaxtla, Quilamula, Xochipala, Los Sauces y en otros sitios se utiliza para tratar gonorrhea y quemaduras en la piel (Caballero *et al.*, 1982). **San Luis Potosí**: En Amayo de Zaragoza, Xilitla se utiliza licuado para curar la impotencia sexual causada por “brujería” (información de campo). **Oaxaca**: En Chinantla Baja tiene uso medicinal, sin más especificaciones (Caballero *et al.*, 1982). **Quintana Roo**: se mezcla con romero para curar dolores de cabeza y mordeduras de animales (perros y serpientes). En Cozumel y en el Ejido Felipe Carrillo tiene uso medicinal, sin especificaciones (Caballero *et al.*, 1982; Lira, 1988). **Veracruz**: En las comunidades alrededor de la Estación de Biología Los Tuxtlas se menciona para curar hemorroides y erupciones en la piel (Caballero *et al.*, 1982) y la planta se reporta con uso medicinal en el Ejido Agustín Melgar, Uxpanapa. En Yucatán las yemas, frutos y parte aérea de la planta se utiliza como antiinflamatorio, diurético y como tratamiento para las infecciones urinarias y dolores gastrointestinales. Además, la planta completa es machacada y aplicada en fresco para mordeduras de serpientes e infusión para aliviar ardores estomacales, cálculos renales y llagas. (Caballero *et al.*, 1982; Lira, 1988).

Artesanías y otros usos – **Estado de México** es utilizada como alimento y forraje para animales en Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico, Sultepec, Villa Guerrero, Zacualpan y Zumpahuacán (Caballero *et al.*, 1982). **Yucatán**: es utilizada como forraje para alimentar patos, cerdos y pavos (Caballero *et al.*, 1982).

8.5 Caracterización morfológica de *Melothria pendula* y estatus ecológico en la región biocultural Huasteca

A partir de la clasificación que se generó para la presente investigación, de los 60 registros analizados, 48 (80%) corresponden a estatus ecológico ruderal o arvense y 12 (20%) a

silvestre secundario. La variación morfológica y diferencias estadísticas de los atributos analizados se presentan a continuación.

8.5.1 Caracterización de variables cuantitativas

Los atributos cuantificados para los ejemplares analizados se presentan en el **cuadro 10**, los cuales se describen con detalle en las siguientes secciones.

Cuadro 10. Atributos morfométricos analizados para *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca. EE: Estatus ecológico. NS: número de semillas por fruto. LS: largo de semilla. AS: Ancho de semilla. GS: Grosor de semilla. LMH: Longitud máxima de la hoja. LmH: Longitud mínima de la hoja. AMH: Ancho máximo de la hoja. AmH: Ancho mínimo de la hoja. AFM: Área foliar máxima. AFm: Área foliar mínima.

EE	NS	LS (mm)	AS (mm)	GS (mm)	LMH (cm)	LmH (cm)	AMH (cm)	AmH (cm)	AFM (cm ²)	Afm (cm ²)
Ruderal o arvense	44	3.42 ±0.14	2.30 ±0.11	0.41 ±0.07	5.04 ±1.37	3.47 ±1.11	4.99 ±1.36	3.59 ±1.03	4.99 ±1.36	11.43 ±5.35
Silvestre secundario	41	3.33 ±0.18	2.28 ±0.13	0.40 ±0.88	4.80 ±1.20	3.71 ±1.22	4.81 ±1.50	3.50 ±1.11	15.23 ±9.38	7.12 ±3.23

8.5.1.1 Longitud de la hoja

En la longitud de la hoja más grande, localizada cerca de la flor y fruto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los estatus ecológicos (U=1152; p=0.99). No obstante, los ejemplares con estatus ruderal o arvense son más grandes en la longitud de la hoja cercana a la flor y fruto con un promedio de 5.04+/-1.37 que las silvestres secundarias con 4.80+/-1.20 (**Figura 9a**). En relación con la hoja más pequeña, presentaron promedio de 3.47+/-1.11 en el estatus ecológico silvestre secundaria y en las ruderales o arvenses de 3.71+/- 1.22. Sin embargo no hay diferencias estadísticas significativas en la longitud de la hoja más pequeña (U=249; p=0.47) (**Figura 9b**).

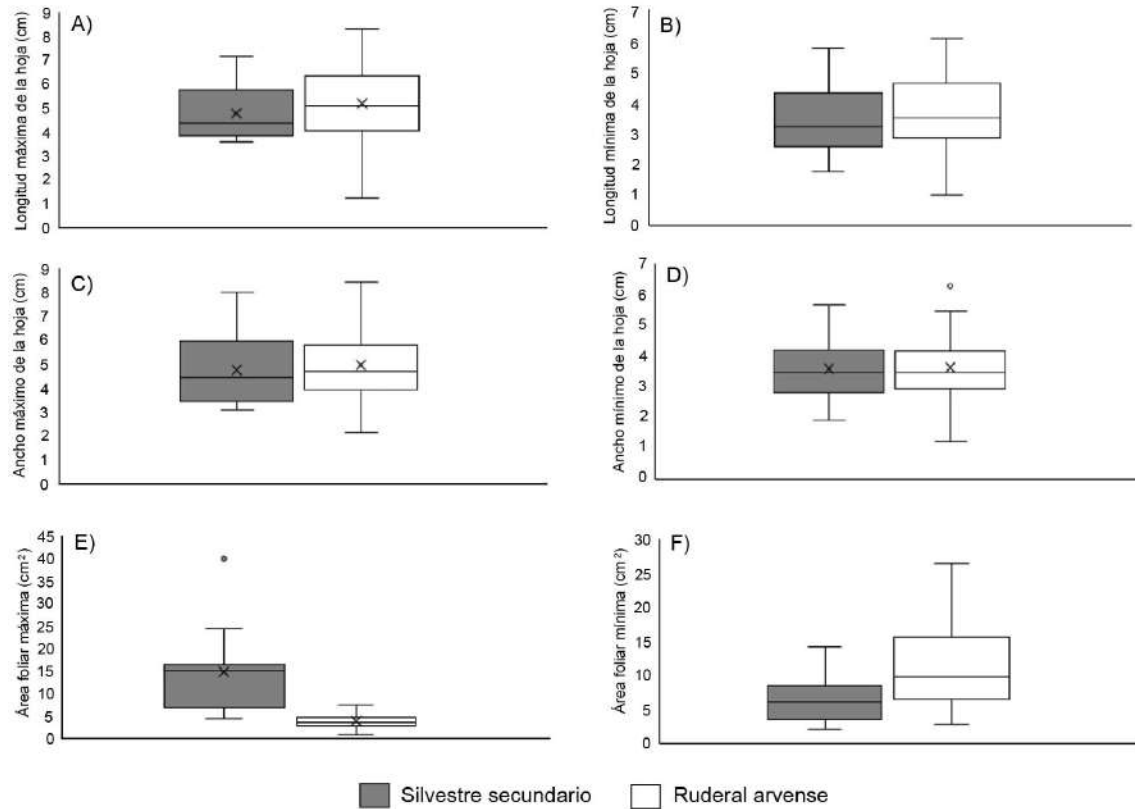


Figura 9. Longitud de la hoja a) más grande y b) más pequeña cercana a la flor y fruto. Ancho de la hoja c) más grande y d) más pequeña. Área foliar de la hoja e) más grande y f) más pequeña. Promedios, desviación estándar e intervalos de confianza al 95%.

8.5.1.2 Ancho de la hoja

En cuanto al ancho de la hoja más grande localizada cerca de la flor o fruto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el estatus ecológico silvestre secundario y ruderal o arvense. El promedio del ancho de la hoja es similar con 4.81 ± 1.50 en las silvestres y con 4.99 ± 1.36 en las ruderales o arvenses. No hay diferencias estadísticas significativas en el ancho de la hoja más grande ($U = -0.403$; $p = 0.68$) (**Figura 9c**). En relación a las hojas más pequeñas, presentaron en promedio de ancho las de estatus silvestre de 3.50 ± 1.11 y las ruderales 3.59 ± 1.03 . No hay diferencias estadísticas significativas en el ancho de la hoja más pequeña ($U = 0.10$; $p = 0.91$) (**Figura 9d**). A pesar de esto, los CV se reducen en el ancho de la hoja más grande, de 31.17 en silvestre secundaria a 27.31 en ruderales o arvenses, y en el ancho de la hoja más pequeña de 31.45 en silvestre secundaria a 28.67 en ruderales o arvenses.

8.5.1.3 Área foliar

En el área foliar máxima de la hoja localizada cerca de la flor o fruto, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los dos estatus ecológicos (U: 28; p: 0.001). Los ejemplares con estatus silvestre secundario son más grandes en área foliar máxima de la hoja más cercana a la flor y fruto con un promedio de 15.23+/-9.38 y las ruderales o arvenses con 4.99+/-1.36 (**Figura 9e**). En relación con la hoja de área foliar mínima, se encontraron diferencias estadísticas significativas (U: 145; p:0.007), la hoja con mayor tamaño son las de grado de manejo ruderal con un promedio de 11.43 +/-5.35 y las silvestres 7.12+/-3.23 (**Figura 9f**). Además, el CV se reduce en el área foliar máxima de 61.59 a 44.28.

8.5.2 Caracterización de variables cualitativas

En relación con la caracterización de las variables cualitativas, se identificó un solo tipo de forma de hoja como ovado-cordada, con la base auriculada y el margen serrado con ápice mucronado y pubescencia y con la presencia de zarcillos (**Figura 10**). El color de la flor amarillo y con forma campanulada. Por el contrario, en la forma del fruto tanto en ejemplares de herbario como en las colectas se registraron dos formas elipsoide y ovoide (**Figura 11**). En el estatus ecológico silvestre secundario y ruderal o arvense se registraron la forma elipsoide y ovoide en los frutos.



Figura 10. Hoja de *Melothria pendula*: a), b), c) ruderales o arvenses y d) silvestre secundario. Fotos de P. Guerrero Torres.



Figura 11. Frutos inmaduros de *Melothria pendula* en estatus ecológico a) frutos maduros en estatus ecológico ruderal o arvense y b) silvestre secundario. Fotos de P. Guerrero Torres.

8.6 Diversidad fenotípica y ecogeográfica

El **Cuadro 11** presenta los resultados del análisis de diversidad ecogeográfica y fenotípica de los registros de colecta de *Melothria pendula*. Las accesiones MELO 28 y MEXU14 son los dos registros que presentan los valores más altos de diversidad ecogeográfica y fenotípica y que además coincide en ambos parámetros. Los cuales corresponden al tipo de vegetación matorral submontano y xerófilo en estatus ecológico ruderal o arvense y silvestre secundario. Los ochos registros con diversidad fenotípica y los 11 con diversidad ecogeográfica presentan los mismos valores de contenido de arcilla en el suelo con 24% de peso y un pH superficial de 7.7.

Cuadro 11. Diversidad ecogeográfica y fenotípica de los registros de colecta de *Melothria pendula*. NA: Número de accesión. Loc: Localidad. EE: Estatus ecológico. TV: Tipo de vegetación. DF: Diversidad fenotípica. DEG: Diversidad ecogeográfica. T.Max: Temperatura máxima. T.min: Temperatura mínima. PN: Precipitación normal. A: Altitud.

NA	Loc	EE	TV	DF	DEG	T.Max	T.min	PN	A
MEL028	El Madroño, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Matorral submontano	1	11.14	26.1	12.3	765	1814
MEXU14	El Encinito, Landa de Matamoros, Querétaro	Silvestres secundarias	Matorral xerófilo	1	11.14	26.1	12.3	765	1235
ColPau005	Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí	Ruderales o arvenses	Selva baja caducifolia	1	0	28.6	14.4	650.4	1296
ColPau008	La Mesa, Aquismón, San Luis Potosí	Silvestres secundarias	Bosque de niebla	1	0	24.9	16.3	2,571.10	1296
ColPau11	Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí	Ruderales o arvenses	Bosque de niebla	1	0	28.6	14.4	650.4	1218
ColPau12	Las Guapas, Rayón, San Luis Potosí	Ruderales o arvenses	Bosque de niebla	1	0	28.6	14.4	650.4	1218
ColPau13	Puerto Verde, Tamasopo, San Luis Potosí	Ruderales o arvenses	Selva mediana	1	0	30	17.9	1,649.90	1076
MEXU8	Acatitlán de Zaragoza, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque de Quercus y Matorral	0.87	0	26.1	12.3	765	1657

MEXU9	Agua Zarca, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Vegetación Secundaria de bosque mesófilo de montaña	0.54	11.10	26.1	12.3	765	1448
MEL016	Rio Verdito, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque mesófilo de montaña	0.48	10.80	26.1	12.3	765	1455
MEL006	El Humo, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque mesófilo de montaña	0.43	10.75	26.1	15.4	869.2	1357
MEXU11	Piedra Blanca, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque de Quercus	0.43	10.41	26.1	12.3	765	1455
Mel002	Rincón de Piedra Blanca, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Matorral xerófilo	0.41	10.30	26.1	12.3	765	1082
MEXU7	El Madroño, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Matorral submontano	0.41	10.30	26.1	12.3	765	1711
MEL017	Agua Zarca, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque mesófilo de montaña	0.41	10.30	26.1	12.3	765	1357
MEL019	Neblinas, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque en galería	0.48	10.10	26.1	12.3	765	702
MEL005	Agua Zarca, Landa de Matamoros, Querétaro	Ruderales o arvenses	Bosque de Quercus- Liquidambar	0.51	9.50	26.1	12.3	765	1357

En relación con la diversidad fenotípica, otras seis accesiones presentaron valores de 0.87 a 1.0 (ColPau005, ColPau008, ColPau11, ColPau12, ColPau13 y MEXU8) con estrato ecológico ruderal o arvense, solo la ColPau008 como silvestre secundaria. Los registros fueron ubicados en selva baja caducifolia, bosque de niebla, selva mediana y bosque de *Quercus* y matorral. Destaca que dichos puntos de colecta presentaron valores diversidad ecogeográfica igual a cero. Los sitios de colecta presentan una temperatura mínima de 12.3 a 17.9°C y una temperatura máxima de 24.9 a 30°C, una precipitación anual de 765 a 2,571.10 mm y una altitud 1076 a 1814 m. Los registros con altos valores de diversidad fenotípica se localizaron en tres localidades de Landa de Matamoros en el

estado de Querétaro y tres localidades del municipio de Rayón, una de Aquismón y Tamasopo en San Luis Potosí (**Figura 12**).

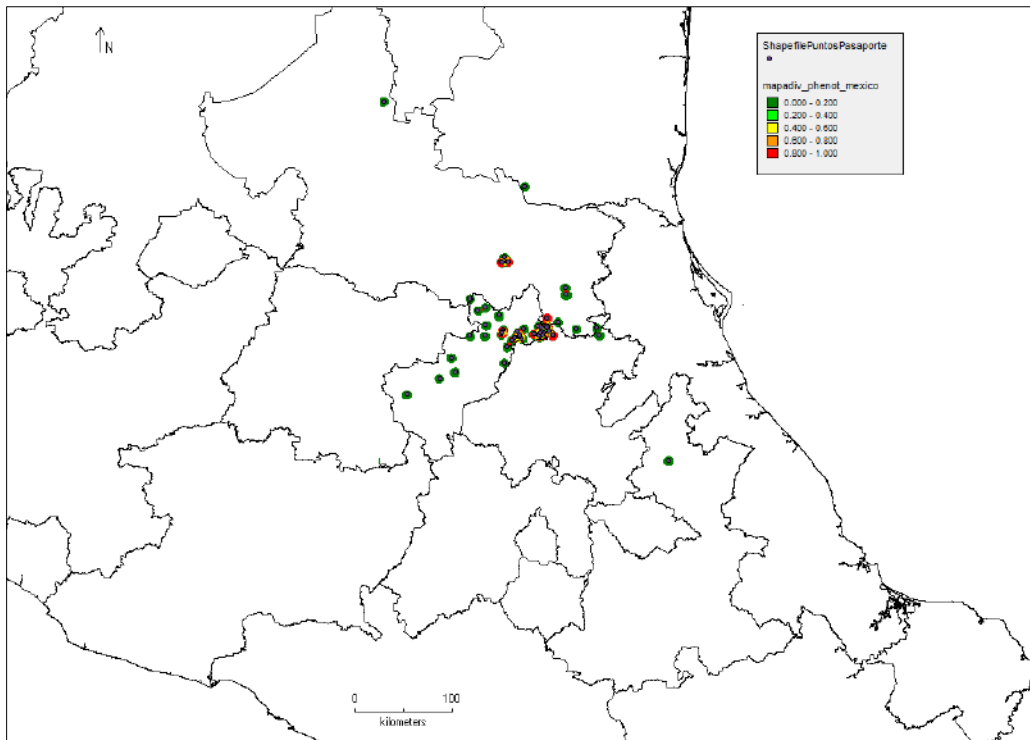


Figura 12. Diversidad fenotípica de los registros de colecta de la Huasteca.

En relación con la diversidad ecogeográfica 10 puntos de colecta de los 60 registros presentaron los valores más altos de 9.50 a 11.14 con valores de diversidad fenotípica media de 0.41 a 0.54. Todos los registros con estrato ecológico ruderales o arvenses en diferentes tipos de vegetación como bosque mesófilo de montaña, bosque de quercus, matorral xerófilo. Los sitios de colecta presentan una temperatura mínima de 12.3 a 15.4°C y una temperatura máxima de 26.1°C, una precipitación de 765 a 869.2 mm y una altitud de 702 a 1455 m. Así mismo, de acuerdo con el análisis de componentes principales, los dos primeros componentes explican el 92% y las variables con mayor peso absoluto son la estacionalidad en la temperatura y las variables edáficas como el contenido de arcilla en suelo, contenido de carbón orgánico en subsuelo, contenido de arena en subsuelo, carbonato de calcio en suelo superficial. Los sitios con mayor diversidad

ecogeográfica se localizaron en 10 localidades del municipio de Landa de Matamoros en el estado de Querétaro (**Figura 13**).

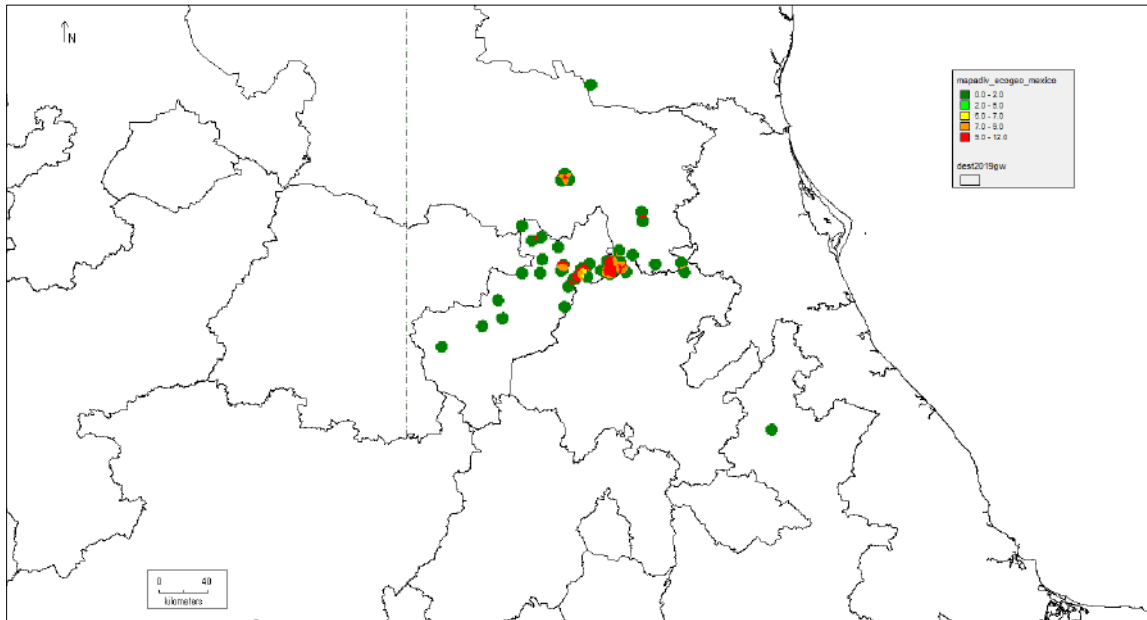


Figura 13. Diversidad ecogeográfica de los registros de colecta de la Huasteca.

9. Discusión

Melothria pendula ha sido registrada previamente en varios estados de México, en donde los frutos y algunas veces los tallos y hojas se reportan como comestibles (Lira y Casas 1998; Lira y Caballero 2002). Sin embargo, sus registros no habían sido proyectados en un mapa general de distribución conocida. De esta manera, encontramos poblaciones de *Melothria pendula* en al menos ocho tipos de vegetación, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), principalmente en la Zona Neotropical y en la Zona de Transición Mexicana dentro de los bosques tropicales perennifolios. Resalta también la región biocultural Huasteca, como un sitio con presencia de la especie, poco estudiada hasta la presente investigación. El mapa de distribución potencial que se generó muestra áreas cercanas a las poblaciones conocidas con alta probabilidad de presencia, principalmente en zonas de la Sierra Madre Oriental. Las visitas de campo en la presente investigación registran 13 nuevas localidades para los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Veracruz dentro de la Huasteca.

Previamente, Lira (2001) y Lira y Caballero (2002), indican que existe una extraordinaria variación morfológica en *Melothria pendula*, al parecer influida por la gran diversidad de condiciones ambientales en que se distribuye y, a pesar de que esta especie no había sido estudiada a fondo (Lira *et al.*, 1998), dicha variación puede ser asociada al posible manejo humano sobre la especie. Además del conocimiento etnobotánico que se compiló en la presente investigación, Arzate-Fernández y Grenón-Cascales (2002) resaltan su valor para la dieta humana, por su alto contenido en proteínas (12.60%), carbohidratos (56.80%) y fibra (16.30%), mientras que el tallo, las hojas y el fruto, por sus contenidos similares en fibra, proteína y carbohidratos también pueden ser usados como forraje. Dicho valor alimenticio ha sido reconocido por diferentes culturas que la usan, y los registros de *M. pendula* en México que se recopilan en la presente investigación coinciden con el área geográfica con población que hablan 32 lenguas en 25 estados diferentes.

A partir de la información recopilada en la presente investigación, *Melothria pendula* es utilizada en la región biocultural Huasteca como comestible y medicinal. Los frutos son las principales partes utilizadas y las características de color, sabor, tamaño no son consideradas para la selección de estos. Por otro lado, los frutos inmaduros son los más utilizados para la elaboración de salsa. Además, dentro de un mismo huerto se puede encontrar variación en las características de los frutos.

En Poza Amarilla, Hidalgo, los frutos de *Melothria pendula* se utilizan para hacer salsa con chile. En Querétaro para la localidad de Agua Zarca se menciona para la elaboración de salsas con chile rayado tatemado con sal, en molcajete, (**Figura 14**) también se puede agregar al mole verde. En El Plátano, San Joaquín mencionan que “antes se consumía más cuando no había tiendas”. En El Jardín, Arroyo Seco, las personas entrevistadas dicen que antes se utilizaba para salsa pero ya no es muy común utilizarla.



Figura 14. Salsa de *Melothria pendula* con chile rayado tatemado con sal, en molcajete. Foto de Hugo Alberto Castillo Gómez.

En San Luis Potosí en La Mesa, Aquismón, la distinguen por su hoja “rasposa” y mencionan que tiene un sabor a pepino dulce, antes la consumían más. En Jol Mom, Aquismón los teenek también usan los frutos como alimento ocasional. En Tamaletom, Aquismón consumen cuando los frutos están maduros. En Las Guapas, Rayón, los frutos se comen con sal y cocidas en agua para salsa, las consumen en estado inmaduro. En Sabinito de Caballete, Rayón se utiliza inmaduro para salsa y cuando madura se consume como golosina y mencionan que “sale sola en el monte”. En Amayo de Zaragoza, Xilitla los campesinos mencionan que tiene uso medicinal: se prepara en un licuado para la curar impotencia causada por brujería, también se consume como alimento ocasional. En Puerto Verde, Tamasopo los frutos son usados para salsa y también guisados con huevo. En Tierra Blanca, Xilitla son comestibles y mencionan que son muy dulces, sabrosos y frescos. En El Cañón, Xilitla crecen sobre cafetales y muchas personas los “mochan”. En El Naranjal y Tlamaya, Xilitla mencionan que la quitan ya que crece mucho. En El Otate, Xilitla también los frutos son utilizados como alimento ocasional. En Pilateno, Xilitla los informantes mencionan su presencia sobre rocas en el monte y son comestibles.

Los sistemas agrícolas tradicionales son una forma de producción que no impacta el medio ambiente por prescindir el uso de herbicidas, pesticidas, fertilizantes orgánicos

y los informantes mencionaron en distintas ocasiones que “antes había más” lo cual podría estar relacionado con el aumento del uso de herbicidas o fertilizantes en la zona.

La gran cantidad de información etnobotánica que se compila en la presente investigación justifica las ideas señaladas por Lira y Casas (1998) sobre que la extraordinaria variación morfológica de *Melothria pendula* esté influenciada por las actividades humanas, generando una posible selección incipiente. Sin embargo, el proceso de domesticación no es unidireccional ni determinístico, por lo que en las plantas existen poblaciones difíciles de reconocer como auténticamente espontáneas o domesticadas (Harris, 2020; Reyes-Agüero, 2005a y 2005b). Una planta o animal totalmente domesticado es completamente dependiente del hombre para sobrevivir, por lo tanto la domesticación implica un cambio en la adaptación ecológica, usualmente asociada a la diferenciación morfológica (Harlan, 1992). Reyes-Agüero (2005a) menciona que resulta fundamental el reconocimiento del o de los ambientes de domesticación, sus peculiaridades físicas y bióticas y su grado de manejo.

De acuerdo con el análisis de variación morfológica de seis atributos cuantitativos estudiados en la presente investigación, no existen diferencias significativas para *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca entre los estatus ecológicos ruderales o arvenses y silvestres secundarios asociados a posible manejo, excepto para el área foliar. Además de esto, se reporta una reducción en el CV tanto en el ancho de la hoja como en el área foliar que pudiera indicar etapas iniciales de domesticación, tal como se indica en la introducción de esta investigación. Sin embargo, es importante resaltar que el análisis de cultivares de *Cucurbita maxima* ha indicado que estas tendencias no siempre ocurren, ya que ciertos cultivares locales pueden tener valores de CV elevados (Lema, 2009b). De esta manera, los resultados no encuentran evidencia robusta, ni etnobotánica ni morfológica, para indicar una posible selección en *M. pendula*, dentro de la región estudiada. Una explicación alternativa es que el desuso de la planta en generaciones recientes pudo haber diluido los atributos y tendencias seleccionados por culturas pasadas ya que, en diferentes entrevistas, los pobladores de las localidades visitadas expresan de

manera reiterada que en el pasado se usaba, pero que en la actualidad poca gente conoce y consume la especie.

Por su parte, los análisis de diversidad fenotípica y ecogeográfica resaltan una relación inversa en donde algunos puntos con valores de $DEG=0$ presentan los valores más altos de DF, con valores de 0.87 a 1. Por su parte las accesiones con valores más altos tanto de DEG como DF, corresponden a poblaciones en estatus ecológico ruderal o arvense y silvestre secundario dentro de matorral submontano y xerófilo, lo que puede asociarse a la variación ambiental mayor en dichas vegetaciones. El análisis de componentes principales resalta que la estacionalidad en la temperatura y las variables edáficas explican la mayor parte de la diversidad ecogeográfica. Es así que no existen una coincidencia entre los registros de más alta diversidad y los sitios con mayor diversidad ecogeográfica.

10. Conclusiones

- Se integró una base de datos con toda información existente sobre *Melothria pendula* para México, con énfasis en la región biocultural Huasteca.
- La base de datos incluye 971 registros en todo México, y 60 para la región biocultural Huasteca.
- La distribución potencial de la especie coincide con la distribución real conocida, a través de los registros de recolectas.
- Se utilizan 67 diferentes nombres para la especie en México y 13 en la región biocultural Huasteca, asociados al uso comestible, medicinal y artesanal principalmente. Algunos de ellos representan nombres desconocidos hasta la presente investigación.
- El material vegetal analizado, tanto de ejemplares de herbario como colectado, permitió caracterizar la variación morfológica de *Melothria pendula* en la región biocultural Huasteca, la cual corresponde a dos tipos de estatus ecológico que pueden ser asociados someramente a diferentes grados de manejo.
- Las variables morfométricas cuantitativas y cualitativas no permiten detectar diferencias significativas entre los estatus ecológicos de los individuos analizados.

Literatura citada

- Aguirre-Dugua X., González A, Eguiarte L., Casas A. 2012. Round and large: Morphological and genetic consequences of artificial selection on the gourd tree *Crescentia cujete* by the Maya from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Annals of Botany* 109: 1307-1316.
- Aguirre-Dugua, X., Casas A., Pérez-Negrón E. 2013. Phenotypic differentiation between wild and domesticated varieties of *Crescentia cujete* and culturally relevant uses of fruits as bowls in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 76
- Aguirre-Liguori J.A., Aguirre-Planter E., Eguiarte L.E. 2016. Genetics and ecology of wild and cultivated maize: domestication and introgression. In *Ethnobotany of Mexico* (pp. 403-416). Springer, New York, NY.
- Alexiades M.N. 2003. Ethnobotany in the Third Millennium: expectations and unresolved issues. *Delpinoa* 45: 15-28.
- Altieri M.A., Merrick L. 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany* 41: 86-96
- Arango C. 2004. Ethnobotanical studies in the Central Andes (Colombia): knowledge distribution of plant use according to informat's characteristics. *Lyonia* 7: 90-104.
- Arriaga-Weiss S.L. 2020. Biodiversidad selecta de los humedales de Laguna de Términos - Pantanos de Centla (Plantas). Version 1.1.
- Arriaga-Weiss S.L., Hernández-Ugalde J.R. 2016. *Biodiversidad selecta de los humedales de Laguna de Términos-Pantanos de Centla*. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Bases de datos SNIB-CONABIO (aves), proyectos LH002 y L121. Ciudad de México.

- Arzate-Fernández A., Grenón-Cascales G. 2002. Contribución al conocimiento del pepinillo silvestre (*Melothria péndula* L.). *Ciencias Naturales y Agropecuarias* 9: 78-86.
- Barrera-Redondo J., Ibarra-Laclette E., Vázquez-Lobo A., Gutiérrez-Guerrero Y.T., de la Vega G.S., Piñero D., Montes-Hernández S., Lira-Saade R., Eguiarte L.E. 2019. The genome of *Cucurbita argyrosperma* (silver-seed gourd) reveals faster rates of protein-coding gene and long noncoding RNA turnover and neofunctionalization within *Cucurbita*. *Molecular Plant*. 12: 506-520.
- Barrera-Redondo J., Piñero D., Eguiarte L.E. 2020. Genomic, transcriptomic and epigenomic tools to study the domestication of plants and animals: a field guide for beginners. *Frontiers in Genetics* 11: 742.
- Berkes, F. 2018. *Sacred Ecology*. 4th ed.; Routledge: New York, NY, USA.
- Bisognin D. 2002. Origin and evolution of cultivated Cucurbits. *Ciência Rural* 32: 715-723
- Blancas J., Casas A., Rangel-Landa S., Torres I., Pérez-Negrón E., Solís L., Moreno A. I., Delgado A., Parra F., Arellanes, Caballero J., Cortés L., Lira R., Dávila P. 2010. Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany* 64: 287-302.
- Blancas J., Casas A., Pérez-Salicrup D., Caballero J., Vega E. 2013. Ecological and sociocultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9: 39.
- Boege E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. ISBN: 978-968-03-0385-4
- Bye R.A. 1985. Botanical perspectives of ethnobotany of the Greater Southwest. *Economic Botany* 4: 375-386.

- Bye R.A. 1993. The role of humans in the diversification of plants in Mexico. En: Ramamoorthy T.P., Bye R.A., Lot A. y Fa J. (Eds.) *Biological diversity of Mexico*. Oxford University Press, Oxford, pp. 707-731.
- Caballero J., Mapes C. 1985. Gathering and subsistence patterns among the Purhepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobiology* 5: 31-47.
- Caballero J. 1994. La dimension culturelle de la diversité végétale au Mexique. *Journal D'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquee, nouvelle série* 36: 145-158.
- Caballero J., Casas A., Cortés L., Mapes C. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Revista de Estudios Atacameños* 16: 181-196.
- Caballero J., Martínez-Ballesté A., Cortés L. 2020. *Base de Datos Etnobotánicas de Plantas de México (BADEPLAM)*. Jardín Botánico, IB-UNAM
- Cabrera A.J., Betancourt I. 2002. *La huasteca potosina: ligeros apuntes sobre este país*. Centro de Investigaciones y Estudios superiores en Antropología Social-El Colegio de San Luís. S.L.P., México.
- Casas A., Viveros J.L., Caballero J. 1994. *Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero*. Instituto Nacional Indigenista-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.
- Casas A., Caballero J. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany* 50: 167-181.
- Casas A., Vázquez M.C., Viveros J.L., Caballero J. 1996. Plant management among the Nahuatl and the Mixtec from the Balsas River Basin: and ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24: 455-478.

- Casas A., Caballero J., Mapes C., Zárate S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61:31-47.
- Casas A., Caballero J., Valiente-Banuet A., Soriano J.A., Dávila P. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86: 522-533.
- Casas A. 2001. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica En: Aguilar B., Domínguez S., Caballero-Nieto J., Martínez-Alfaro M. (Eds.) *Plantas, cultura y sociedad*. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI UAM-S.M.A.R.N.y P. México: pp.123-158.
- Casas A., Cruse J., Morales E., Otero-Arnaiz A., Valiente-Banuet A. 2006. Maintenance of phenotypic and genotypic diversity of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous peoples in Central Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 879-898
- Casas A., Parra F. 2007. Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura: LEISA *Revista de Agroecología* 23: 5-8.
- 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: 1-15.
- Casas A., Camou A., Otero-Arnaiz A., Rangel-Landa S., Cruse-Sanders J., Solís L., Torres I. Delgado A., Moreno-Calles A., Vallejo M., Guillén S., Blancas J., Parra F., Farfán-Heredia B., Aguirre-Dugua X., Arellanes Y., Pérez-Negrón E. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación ambiental* 6: 23-44.
- Casas A., Parra F., Blancas J. 2015. Evolution of humans and by humans. En: Albuquerque U.P., Medeiros P. Casas A. (Eds.). *Evolutionary ethnobiology*. Springer, Países Bajos, pp. 21-36.
- Casas A., Parra F. 2016. La domesticación como proceso evolutivo. En: Casas A., Torres-Guevara J., Parra F. (Eds.). *Domesticación y agricultura en el continente*

americano: historia y perspectivas del manejo de recursos genéticos en el Nuevo Mundo. Volumen 1. Universidad Nacional Autónoma de México /Universidad Nacional Agraria La Molina / Red Mexicana de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, CONACYT. México/Perú.

Casas A., Torres-Guevara J., Parra F. 2016. *Domesticación y agricultura en el continente americano: historia y perspectivas del manejo de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. Volumen 1. Universidad Nacional Autónoma de México /Universidad Nacional Agraria La Molina / Red Mexicana de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, CONACYT. México/Perú.

Casas A., Torres I., Parra F., Torres J. 2019. Centros de origen y diversificación de plantas cultivadas en América. *De los cultivos nativos y el cambio del clima Hallazgos*. Pp. 23.

Chacón M., Pickersgill B., Debouck D. 2005. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and de origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics* 110: 432-444

Childe G. 1956. *Society and Knowledge*. Harper and Brothers, New York.

Clark R.M., Linton E., Messing J., Doebley J.F. 2004. Pattern of diversity in the genomic region near the maize domestication gene *tb1*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 700-707.

Clement C. R., Casas A., Parra-Rondinel F. A., Levis C., Peroni N., Hanazaki, et al. 2021. Disentangling domestication from food production systems in the Neotropics. *Quaternary* 4: 4.

Cogniaux A. 1916. Cucurbitaceae-Fevilleae et *Melothrieae*. En: Engler A. (Edr.) *Das Pflanzenreich. Regni Vegetabilis Conspectus*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1-277.

- Colunga-García P., Estrada-Loera E., May-Pat F. 1996. Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of Agave in Yucatán, Mexico. *American Journal of Botany* 83: 1069-1082.
- Corona-Martínez E., Casas-Fernández A., Argueta-Villamar A., Alvarado León C.I. 2021. La domesticación de especies y paisajes. En: México grandeza y diversidad. INAH, P. 78.
- Cortés A.J., Skeen P., Blair M.W., Chacón-Sánchez M.I. 2018. Does the genomic landscape of species divergence in Phaseolus beans coerce parallel signatures of adaptation and domestication?. *Frontiers in Plant Science* 9: 1816.
- Cutler H., Whitaker, T. 1961. History and Distribution of the Cultivated Cucurbits in the Americas. *American Antiquity* 26: 469-485.
- Cowan C.W, Smith B.D. 1993. New perspectives on a wild gourd in Eastern North America. *Journal of Ethnobiology* 13:17-54
- Cowan C. 1997. Evolutionary changes associated with the domestication of Cucurbita pepo En: Gremillion K. (Ed.) *People, plants and landscapes. Studies in Paleoethnobotany* pp: 63-85. University of Alabama Press.
- Darwin C. 1859. *The origin of species by means on natural selection*. John Wyman Londres.
- Davis T., Bye R. 1982. Ethnobotany and progressive domestication of *Jaltomata* (Solanaceae) in Mexico and Central America. *Economic Botany* 36: 225-241.
- Davidse G., M. Sousa Sánchez., S. Knapp. 1995. Psilotaceae a Salviniaceae. 1: i-xxi, 1-470. En: Davidse G., Sousa Sánchez ,M. Chater A.O. (Eds.) *Flora Mesoamericana*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- De Candolle A.L.P.P. 1882. *Origine des plantes cultivées*. Paris : Librairie Germer Baillière.
- Decker D., Wilson H. 1986. Numerical analysis of seed morphology in Cucurbita pepo. *Systematic Botany* 11: 595-607.

- Dillehay T.D., Rossen J., Andres T.C., Williams D.E. 2007. Pre-ceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. *Science* 316: 1890-1893.
- Eguiarte L.E., Hernández-Rosales H.S., Barrera-Redondo J., Castellanos-Morales G., Paredes-Torres L.M., Sánchez-de la Vega G., Ruiz-Mondragón K.Y., Vázquez-Lobo A., Montes-Hernández S., Aguirre-Planter E., Souza V., Lira R. 2018. Domestication, diversity, genetic and genomic resources of Mexico: The case of pumpkins. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 21: 85-101.
- Faith D.P., Reid C.A.M., Hunter J. 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism for conservation assessment. *Conservation Biology* 18: 255-261.
- Faith D.P. *et al.* 2010. Evosystem services: an evolutionary perspective on the links between biodiversity and human well-being. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2: 66-74.
- Gremillion K. 1993. The evolution of seed morphology in domesticated *Chenopodium*: an archaeological case study. *Journal of Ethnobiology* 13: 149-169.
- Groom M.J., Meffe G.K., Carroll C.R. 2006. *Principles of Conservation Biology*. 3rd Ed. Sinauer, Massachusetts, USA.
- Harris D.R. 2020. An evolutionary continuum of people–plant interaction. En: White P., Denham T. (Eds.). *The emergence of agriculture: a global view*, pp. 26-44. Routledge.
- Harlan J. 1975. *Crops and man. Foundation for modern crop science series*. American Society of Agronomy, Madison.
- Harlan J.R. 1992. *Crops and Man*. 2nd edition. American Society of Agronomy, Inc. and Crop Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Hammer K.; H. Knüpfper; L. Xhuveli y P. Perrino. 2003. Estimating genetic erosion in landraces two case studies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 43: 134-146

- Hawkes J. G. 1983. *The diversity of crop plants*. Harvard University Press, Londres.
- Heindorf C., van 't Hooft A., Reyes-Agüero J.A. 2021. Folk Taxonomy of the Inter- and Intraspecific Edible Plant Diversity of Huastec Mayan Farmers in Mexico. *Journal of Ethnobiology* 40: 552-568.
- Hernández T., Canales M., Caballero J., Durán Á., Lira R. 2005. Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional sobre plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Interciencia* 30: 17-27.
- Hernández-Sandoval L., González C.E., González-Medrano F. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica* 62: 1- 38.
- Hernández-X. E. 1985. Apuntes para una clase de botánica económica. En: Xolocotzia. Obras de Efraim Hernández Xolocotzi, Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. 1: 29-36.
- Hillman G., Davies M.S.1990. Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archaeological implications. *Journal of World Prehistory* 4: 157-222.
- Hurtado-R. N.E., Rodríguez-J. C., Aguilar-C A. 2006. Estudio cualitativo y cuantitativo de la flora medicinal del municipio de Copándaro de Galeana, Michoacán, México. *Polibotánica* 106: 21-50.
- Jeffrey C., Trujillo B. 1992. Cucurbitaceae. En: Morillo G. (Ed.) *Flora de Venezuela*. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela, 11-201.
- Kay S., King A., Robinson M. 1980. Study of archaeobotanical seeds. *American Antiquity* 35: 26-39.
- Kvist L.P., Oré-Balbín I.C., Llapapasca-Samaniego D.C. 1998. Plantas utilizadas en trastornos ginecológicos, parto y control de natalidad en mujeres de la parte baja del río Ucayali Amazonas Peruana. *Folia Amazónica* 9:131-157.

- Lema V. 2009a. Criterios de selección en los procesos de manipulación vegetal: el potencial de la información etnobotánica en la interpretación de restos arqueobotánicos de *Cucurbita* sp. *Darwiniana* 47: 35-55
- Lema V. 2009b. Domesticación Vegetal y grado de dependencia ser humano-planta en el desarrollo Cultural Prehispánico del Noroeste Argentino. Tesis doctoral. UNLP
- Lira R. 1988. Cucurbitaceae de la Península de Yucatán: Taxonomía y etnobotánica. Tesis de Maestría en Ciencias (Ecología y Recursos Bióticos). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz
- Lira R. 1995. *Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools.* 9. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Lira R. 1997. Aspectos etnobotánicos de las Cucurbitaceae silvestres de México. En: *Resúmenes II Congreso Internacional Etnobotánica* 97. Mérida, Yuc. pp. 123-124.
- Lira R. Casas A. 1998. Uso y manejo de *Ibervillea millspaughii* (Cogn.) C. Jeffrey, *Melothria pendula* L. y otras especies silvestres de la familia Cucurbitacea: Posibles procesos de domesticación incipiente. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62: 77-89.
- Lira R., Rodríguez-Jiménez C., Alvarado J.L., Rodríguez I., Castrejón J., Domínguez-Marian A. 1998. Diversidad e importancia de la familia Cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana* 42: 43-77.
- Lira R., Rodríguez A.I., 1999. Cucurbitaceae. En: Dávila P.D., Villaseñor J.L., Medina R., Téllez O. (Eds.). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 22. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Lira R., 2001. Cucurbitaceae. En: Calderón-de Rzedowski G., Rzedowski J. (Eds.). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 92. Instituto de Ecología-

Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Lira R. 2001. Cucurbitaceae. Michoacán, México, Instituto de Ecología A.C., Serie Flora del Bajío y regiones adyacentes, 120p. Consultado 24 feb. 2020.

Lira R., Caballero J. 2002. Ethnobotany of the wild Mexican Cucurbitaceae. *Economic Botany* 56: 380-398

Lira R., Andres T.C., Monro A.K. 2009a. *Cucurbita* L. En: Davids G., Sousa M.S., Knapp S., Chiang F. (Eds.). *Flora Mesoamericana* Vol. 4 (pp. 9-13). Cucurbitaceae a Polemoniaceae. Missouri: Botanical Garden Press.

Lira R., Eguiarte L.E., Montes-Hernández S. (2009b). Proyecto Recopilación y análisis de la información existente de las especies de los géneros *Cucurbita* y *Sechium* que crecen y/o se cultivan en México. México, D.F.: CONABIO, 107 p.

Lira R., Eguiarte L., Montes S., Zizumbo-Villarreal D., Marín P.C.G., Quesada M. 2016. *Homo sapiens-Cucurbita* interaction in Mesoamerica: Domestication, Dissemination, and Diversification. En: Lira R., Casas A., Blancas J. (Eds.). *Ethnobotany of Mexico* (pp. 389-401). Ethnobiology. New York: Springer.

Lira R. 2020. Estado actual y fitogeografía de las especies de la Familia Cucurbitaceae endémicas de México. Versión 1.7. CONABIO. Occurrence dataset.

Liu J., Fernie A.R., Yan J. 2020. The past, present, and future of maize improvement: domestication, genomics, and functional genomic routes toward crop enhancement. *Plant Communications* 1: 100010.

Lot A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM.

Maffi L. 2001. On biocultural diversity. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Maffi L. 2005. Linguistic, cultural, and biological diversity. *Annual Review of Anthropology* 34: 599-617.

- Maffi L. 2007. Biocultural diversity and sustainability. *The SAGE handbook of environment and society* 267-278.
- Maffi L., Woodley E. 2012. Biocultural diversity conservation: a global sourcebook. Routledge.
- Mangafa M., Kotsakis K. 1996. A new method for the identification of wild and cultivated charred grape seeds. *Journal of archaeological science* 23: 409-418.
- Martínez M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Ediciones Botas. Distrito Federal, México: Fondo de la Cultura Económica. 429 pp
- Martínez A. B., Pérez S.I., Lema V.S., López-Anido F. 2015. Modificación de caracteres ligados a la domesticación en *Cucurbita maxima*. Utilización de la morfometría como herramienta para su identificación. *Acta Botánica Malacitana* 40: 95-106.
- Mapes C., Guzmán G., Caballero J. 1985. Elements of Tarascan mycological classification. *Journal of Ethnobiology* 1: 231-237.
- Mapes C., Caballero J., Espitia E, Bye R. 1996. Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: evolutionary tendencies under domestication. *Genetic Resources and Crop Evolution* 43: 283-290.
- Mittermeier T.Z., Mittermeier C.G., Brooks T.M., Pilgrim J.D., Konstant W.R., da Fonseca G.A.B., Kornos C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 100: 10309-10313.
- Mittermeier T.A., Turner W.R., Larsen F.W., Brooks T.M., Gascon C. 2011. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos, F. E. & J. C. Habel (eds.). *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. pp. 3-14.

- Mc Vaugh R. 2001. Cucurbitaceae. En: Anderson W. R (Ed.). *Flora Novo-Galiciana* 3. University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan P. 591-593
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nazarea V. 1998. Cultural Memory and Biodiversity. University of Arizona Press, Tucson.
- Nee M. 1993. Cucurbitaceae. En: Sosa V. (Ed.) *Flora de Veracruz*. Fascículo 74. Instituto de Ecología A. C./University of California, Riverside. Xalapa, Ver.
- Newsom L.A., Webb S.D., Dunbar J.S. 1993. History and geographic distribution of *Cucurbita pepo* gourds in Florida. *Journal of Ethnobiology* 13: 75-98.
- Paris H.S. 2016. Genetic Resources of Pumpkins and Squash, *Cucurbita* spp. In Grumet R., Katzir N., Garcia-Mas J. (Eds.). *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae* (pp. 111-154).
- Parra F., Casas A. 2016. Origen y difusión de la domesticación y la agricultura en el Nuevo Mundo. En: *Domesticación en el Continente Americano* Vol 1: 159-184.
- Pearsall D. 1989. *Paleoethnobotany, a handbook of procedures*. Academic Press.
- Piperno D.R., Stothert K.E. 2003. Phytolith evidence for early Holocene Cucurbita domestication in southwest Ecuador. *Science* 299: 1054-1057
- Piperno D. 2011. The origins of plant cultivation and domestication in the New World Tropics. *Current Anthropology* 52.
- Otero-Arnaiz A., Casas A., Hamrick J. L. 2005. Direct and indirect estimates of gene flow among wild and managed populations of *Polaskia chichipe* an endemic columnar cactus in Central Mexico. *Molecular Ecology* 14: 4313-4322.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Pickersgill B., Heiser C.B., McNeill J. 1979. Numerical taxonomic studies on variation and domestication in some species of *Capsicum*. En: Hawkes J.G., Lester R.N.,

- Skelding A.C. (Eds.). *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. Linnean Society Symposium Series Number 7. Academic Press, London.
- Piperno D. 2011. The origins of plant cultivation and domestication in the New World Tropics. *Current Anthropology* 52: S453-S470 .
- Puig H. 1991. *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*. Instituto de Ecología, INECOL. México.
- Puig H., Lacaze D. 2004. Huasteca y biodiversidad. En: Mercado J.R., Zevallos J.M.P., Pérez O. H. (Eds.). *La Huasteca, un recorrido por su diversidad*. Ciesas, Pp. 129-152.
- QGIS. 2021. QGIS Geographic Information System. QGIS Association.
- Ramihantaniariyo H., Ramambazafy R. F., Quansah N. 2003. Medicinal plant use in reproductive health disorders. *Ethnobotany Research & Applications* 1: 39-42.
- Rangel-Landa S., Rivera-Lozoya E., Casas A. 2014. Uso y manejo de las palmas *Brahea* spp. (Arecaceae) por el pueblo ixcateco de Santa María Ixcatlán Oaxaca, México. Gaia Scientia Ed. Esp. Populações Tradicionais.
- Rangel-Landa S., Casas A., Rivera-Lozoya E., Torres-García I., Vallejo-Ramos, M. 2016. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12: 1-83.
- Reid W.V., Berkes F., Wilbanks T.J., Capistrano D. 2006. *Bridging Scales and Knowledge Systems: Concepts and Applications in Ecosystem Assessment*. Island Press: Washington, DC, USA.
- Reyes-Aguero JA. 2005a. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) y su relación con la domesticación en la Altiplanicie Meridional de México. PhD Dissertation, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Reyes-Agüero J. A., Aguirre Rivera J. R., Flores Flores, J.L. 2005b. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) en relación con su domesticación en la Altiplanicie Meridional de México. *Interciencia*, 30, 476-484.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5: 5-291.
- Rzedowski J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México D. F. 432 p.
- Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*. 9, 671–675.
- Schwanitz F. 1966. *The origin of cultivated plants*. Harvard University Press. Cambridge.
- Smith B.D. 1998. *The emergence of agriculture*. W.H. Freeman, New York, E.U.A.
- Smith B. 2006. Documenting domestication in plants in the archaeological record. En: Zeder M., Emshwiller E., Bradley D., Smith B. (Eds.), *Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms*. University of California Press, Berkeley: pp. 15-24
- Sodhi N.S., Ehrlich P.R. 2010. *Conservation Biology for All*. Oxford University Press. New York.
- Toledo V.M. 2003. Los pueblos indígenas actores estratégicos para el corredor. *Biodiversitas* 47: 8-15.
- Toledo V.M., Barrera-Bassols N. 2008. *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icara Editorial, Perspectivas Agroecológicas. Barcelona
- Williams D.E. 1985. Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Wunderlin R.P. 1978. Cucurbitaceae. Flora of Panama. Part IX. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65: 285-368.

- Vavilov N.I. 1926. *Studies on the origin of cultivated plants*. USSR state Press, Leningrad, USSR.
- Vavilov N.I., Vavylov M.I., Vavílov N.Í., Dorofeev V.F. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press.
- Vázquez MC. 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papalo quelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson. Asteraceae). MSc Dissertation, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Woodson R., Schery R., Wunderlin R. 1978. Cucurbitaceae. Flora of Panama. Part IX. Family 182. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65: 333-335.
- Zárate S. 1999. Ethnobotany and domestication process of *Leucaena* in Mexico. *Journal of Ethnobiology* 19: 1-23.
- Zeder M. 2006. Central Questions in the domestication of Plants and Animals. *Evolutionary Anthropology* 15:105–117.
- Zohary D. 1996. The mode of domestication of the founder crops of Southwest Asian agriculture. En: Harris D.R., (Ed). *The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia*. University College London Press, Londres, Inglaterra, pp. 142-158.
- Zohary D. 1999. Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. *Genetics Resources and Crop Evolution* 46: 133-142.