

# DISTRIBUCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ECO-CLIMÁTICA DEL GÉNERO *Crataegus* L. (Rosaceae, SUBFAM. Maloideae) EN MÉXICO

C. A. Núñez-Colín<sup>1</sup>; R. Nieto-Ángel<sup>1</sup>;  
A. F. Barrientos-Priego<sup>1</sup>; S. Segura<sup>2</sup>;  
J. Sahagún-Castellanos<sup>1</sup>; F. González-Andrés<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Horticulatura, Departamento de Fitotecnia,  
Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco,  
Chapingo, Estado de México C. P. 56230, MÉXICO.  
Correo-e: lit007a@gmail.com (\*Autor responsable)

<sup>2</sup>Centro Regional Universitario Centro Occidente, Universidad Autónoma Chapingo,  
Av. Periférico Independencia poniente Núm. 1000,  
Morelia, Michoacán, C. P. 58000, MÉXICO.

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Agraria, E. S. T. Ingeniería Agraria,  
Universidad de León. Av. Portugal 41, León, Castilla y León, C. P. 24071, ESPAÑA

## RESUMEN

El género *Crataegus* L. en México está constituido por 13 especies para el centro y norte y probablemente 2 para el sur, de las cuales de 9 a 10 especies son endémicas. La posible distribución de este género en México se desconoce, pero especies de este género han sido reportadas en 20 de los 32 estados de México, pero por el clima donde se desarrollan pueden encontrarse en otras entidades del país. La presente investigación tiene como objetivo establecer la posible distribución del género *Crataegus* en México, a partir de un Análisis de Información Geográfica (GIS), así como identificar las posibles zonas eco-climáticas donde las especies del género *Crataegus* están presentes. La mayor probabilidad de distribución del género *Crataegus* en México es en las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur, así como en el Eje Neo-Volcánico. Los grupos de distribución climática son tres: el grupo 1 presenta clima templado (Eje Neo-Volcánico), el grupo 2 clima semidesértico a desértico (Norte y Noreste del país) y el grupo 3 clima subtropical (las zonas montañosas del Pacífico Sur y Golfo de México).

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** frutales mexicanos, GIS, recursos fitogenéticos, tejocote

## DISTRIBUTION AND ECO-CLIMATIC CHARACTERIZATION FOR GENUS *Crataegus* L. (Rosaceae, SUBFAM. Maloideae) IN MEXICO

## ABSTRACT

The genus *Crataegus* L. in Mexico is constituted by 13 species for the centre and north, and probably two for the south, out of these 9 to 10 species are endemic. The possible distribution of this genus in Mexico is unknown, but species of this genus have been reported in 20 of the 32 states of Mexico; however, species of this genus can be found in other entities of the country because of the weather where they grow. The present research has as an objective the establishment of the possible distribution of the genus *Crataegus* in Mexico by an analysis of Geographic Information System (GIS), and the identification of possible eco-climatic zones where species of the genus *Crataegus* are. The major distribution probability of the genus *Crataegus* in Mexico is in the mountainous zones of the Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental and the Sierra Madre del Sur, also in the Neo-Volcanic Axis. The groups of climatic distribution are three: the group 1 presents template climate (Neo-Volcanic Axis), the group 2 semi-desert to desert (North and Northeast of the country) and the group 3 subtropical climate (Mountains zones to South Pacific and Gulf of Mexico).

**ADDITIONAL KEY WORDS:** GIS, mexican hawthorns, mexican fruit crop, plant genetic resources, tejocote.

## INTRODUCCIÓN

El género *Crataegus* L., está constituido aproximadamente por 140 especies en todo el mundo, dividido en 40 series, de las cuales aproximadamente dos terceras partes se encuentran en Norte América y el resto en Euro Asia. Este género de la familia Rosaceae sólo se encuentra de manera natural en el Hemisferio Norte (Phipps, et al., 2003).

El nombre más común en México para el género *Crataegus* es el de “Tejocote”, derivado del Náhuatl, en la que “te-xocotl” significa fruta dura (Cabrera, 1992). Desde la época prehispánica en México, el tejocote fue aprovechado por la recolección de sus frutos y plantado en los solares de los pueblos indígenas, posteriormente fue objeto de una actividad frutícola organizada (Nieto-Ángel y Borys, 1993). Las especies del género *Crataegus*, desde el punto de vista cultural y comercial son utilizadas en las fiestas de “todos santos” y navidad, sobre todo en la elaboración de ponches y dentro de las piñatas, una parte importante en la cultura tradicional mexicana (Borys y Leszczyńska-Borys, 1994).

Phipps (1997) reporta que para el norte y centro de México existen 13 especies. *C. mexicana* Moc. & Sessé está restringida para México y Centro América (con puntos atípicos en Perú y Ecuador). Tres especies, *C. uniflora* Müench., *C. greggiana* Eggl. y *C. tracyi* Ashe ex Eggl., también existen en Estados Unidos y las nueve especies restantes son endémicas del norte de México. Ninguna de las especies con hojas profundamente lobuladas en brotes cortos y venas a los senos lobulares se encuentran en México aun cuando muchas de éstas se encuentran en el sur de Estados Unidos.

El estudio taxonómico de Phipps (1997) fue hecho para el centro y norte de México, en la zona sur el único estudio que existe es el realizado por Eggleston (1909) y no existen estudios más actuales sobre la taxonomía del género, sobre todo faltan estudios taxonómicos para los estados de Chiapas, Veracruz, Guerrero, Morelos y Oaxaca, al parecer sólo se pueden encontrar especies como *C. gracilior* Phipps (reportado como *C. pubescens* (H. B. K.) Steud.), *C. stipulosa* (H. B. K.) Steud, que Phipps et al. (2003) da como sinonimia de *C. mexicana* Moc. & Sessé, pero Eggleston (1909) la describe como una especie diferente, por lo que es probablemente se trate de especies diferentes y tenga que ser corregido el nombre, y también puede encontrarse *C. nelsoni* Eggl. aunque en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo *ex situ* e *in vivo* de Tejocote se tienen accesiones de Chiapas que podrían ser especies, subespecies o variedades botánicas nuevas (Nieto-Ángel y Borys, 1992; Núñez-Colín et al., 2004). Por tanto, los trabajos de Phipps (1997) y Eggleston (1909) no contemplan la distribución general del género en México, el primero por ser una clasificación parcial y el segundo por ser una investigación demasiado antigua, por lo tanto se desconoce las diferencias eco-climáticas donde se desarrolla, así como

la distribución de este recurso fitogenético mexicano.

En general las especies mexicanas de *Crataegus* se dividen en seis series taxonómicas Serie *Mexicanae* (Loud.) Rehder (*C. mexicana*, *C. stipulosa* y *C. nelsoni*), Serie *Crusgalli* (Loud.) Rehder (*C. gracilior* y *C. rosei* Eggl.), Serie *Madrenses* Phipps (*C. tracyi* y *C. aurescens* Phipps), Serie *Parvifoliae* (Loud.) Rehder (*C. uniflora*), Serie *Greggiana* Phipps (*C. greggiana*, *C. serratissima* Phipps, *C. sulfurea* Phipps y *C. grandifolia* Phipps) y Serie *Baroussanae* Phipps (*C. baroussana* Eggl., *C. cuprina* Phipps y *C. johnstonii* Phipps) (Phipps et al., 1990; Phipps, 1997; Phipps et al., 2003)

Los sistemas de información geográfica ayudan a localizar las zonas eco-climatológicas donde se desarrolla el recurso fitogenético de interés así como donde hacer colecta de germoplasma, ahorrando muchos recursos al planear las salidas de campo para colecta de material vegetal y para gestión de bancos de germoplasma (Jones et al., 2002).

Por lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo establecer la posible distribución del género *Crataegus* en México, a partir de un Análisis de Información Geográfica (GIS), así como identificar las posibles zonas eco-climáticas donde las especies del género *Crataegus* están presentes y señalar cómo los principales factores climáticos están asociados a la distribución del género, para así, hacer conjeturas sobre las probables especies existentes en cada una de estas zonas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Colección de datos

Se colectaron 456 datos de pasaporte de colectas botánicas y de recursos fitogenéticos de especies de *Crataegus*; de los cuales 172 son los datos de pasaporte de las accesiones del Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo *ex situ* e *in vivo* de Tejocote (*Crataegus* spp.) (BGT-UACH), el resto se obtuvo de los herbarios del Instituto de Ecología A. C. *campi* Xalapa y Bajío (XAL e IEB, con 117 y 92 registros, respectivamente), de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN, con 19 registros), de la UNAM (MEXU, con 16 registros), de la Universidad Autónoma Chapingo (BANGEV, con 4 registros), de la ENCB del IPN (ENCB, con 11 registros) y los herbarios de la University of Texas in Austin (TEX y LL, con 30 y 3 registros, respectivamente).

### Análisis de datos

Se realizó un análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS) utilizando el programa de biodiversidad cartográfica de Germoplasma llamado FloraMap 1.1 (Jones y Gladkov, 1999). Este programa ha sido utilizado antes con éxito en la predicción geográfica de especies de *Passiflora* en cinco países andinos (Segura et al., 2003) así

como para definir el lugar más apropiado para la colección núcleo de *Phaseolus* en América (Tohme *et al.*, 1995).

Las superficies del clima espacialmente interpoladas están ahora disponibles para muchas áreas. Éstas, usualmente, le corresponden a climas normales a largo plazo interpolados sobre un modelo de elevación digital (DEM), que es calculado por varios métodos (Jones, 1991). Floramap produjo los sets de datos interpolados en el CIAT para toda América Latina, usando los datos de aproximadamente 10,000 estaciones de América Latina. Cada set de superficies consiste en las lluvias mensuales totales, temperaturas medias mensuales, y el promedio mensual del rango de temperaturas diarias. Esto hace 36 variables climáticas en tres grupos de 12 (Jones *et al.*, 2002).

Las variantes climáticas son tomadas por cada pixel en cada accesión localizada y un análisis de componentes principales (ACP) es aplicado en este set de datos para disminuir el número de dimensiones. El ACP se ejecuta con la matriz varianzas-covarianzas, con una ponderación de cada uno de los grupos de variables y una transformación para los datos lluvia para generar escalas comparables. Una distribución normal multivariada se usa para marcar la probabilidad de la distribución estimada para cada píxel dado. Con un análisis de agrupamientos (AA) empleando el método de Ward, FloraMap hace la separación de accesiones para identificar la localización de los grupos con distinto clima. Los diagramas climáticos de cada grupo son generados por el programa. El resultado final es un mapa con una probabilidad superficial para toda América Latina. Para los fines de este artículo se utilizó la cobertura del área de México. Debe notarse que este mapa simplemente proporciona el potencial climático en donde el organismo podría existir, y no toma en cuenta factores como suelo o vientos (Jones *et al.*, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 456 datos de pasaporte sólo 330 resultaron ser diferentes y fueron los que se incluyeron en los resultados cubriendo una buena parte del país (Figura 1).

### Análisis en componentes principales (ACP) y ponderaciones

Las ponderaciones hechas al ACP, para obtener el 95 % de la variación explicada en máximo cinco componentes principales, fueron precipitación = 0.80; temperatura media = 1.20; y variación de la temperatura diaria = 1.00; sin ponderación todos los coeficientes son iguales a uno. Y para normalizar los datos de precipitación pluvial se utilizó el coeficiente de 0.90 de la transformación del poder A de la lluvia (Rain power A transform) (Jones *et al.*, 2002).

### Distribución general del género *Crataegus*

Para cubrir el primer objetivo de estimar la posible distribución del género *Crataegus*, se realizó un mapa de distribución utilizando a todas las accesiones (Figura 2).

La mayor probabilidad de encontrar especímenes del género *Crataegus* es en las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental (que abarcaría desde Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León hasta las zonas altas de Veracruz), la Sierra Madre Occidental (que abarcaría desde la sierra de Durango en la frontera con Sinaloa hasta la sierra Tarahumara en Chihuahua; y hasta las zonas montañosas de Jalisco en la parte centro del país) y de la Sierra Madre del Sur (sierra de Oaxaca y los altos de Chiapas), así como en el Eje Neovolcánico (que abarcaría desde las zonas altas de Veracruz en la frontera con Puebla hasta las zonas montañosas de Jalisco muy cerca de la costa del Océano Pacífico).



FIGURA 1. Datos de pasaporte de 330 ejemplares, ubicados en México, donde se ha reportado la presencia del género *Crataegus*.

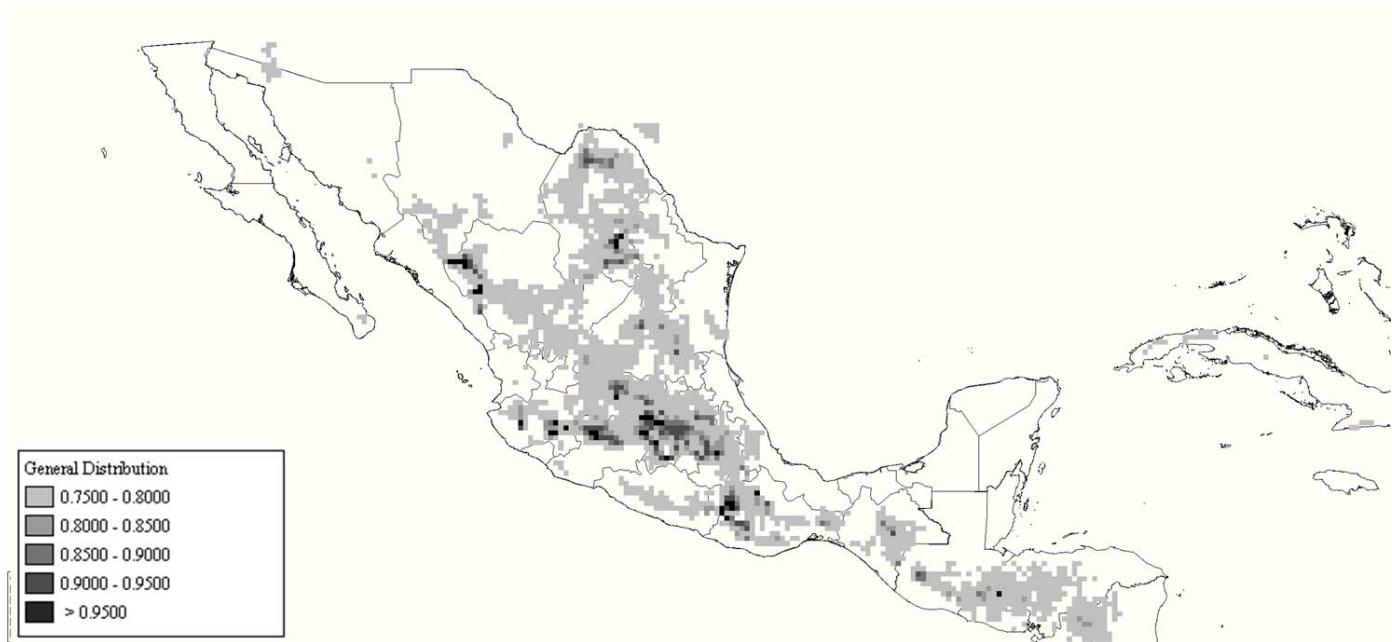


FIGURA 2. Distribución general estimada del género *Crataegus* en México.

### Análisis de Agrupación (AA)

El AA se elaboró por el método de varianzas mínimas de Ward para agrupar accesiones que se desarrollan en climas similares pero sin ser excluidas por un dato no común en el grupo.

El AA definió tres grupos climáticos; el primer grupo incluyó 205 puntos, presentando una elevación sobre el nivel del mar promedio de 2,360 m; el segundo incluyó 34 puntos con una elevación sobre el nivel del mar promedio de 1,477.8 m; y finalmente el grupo 3 que presentó 91 puntos y una elevación sobre el nivel del mar promedio de 1,402.1 (Figura 3). Presentando perfiles climáticos diferentes (Figura 4), por

lo que se sospecha tres posibles centros de distribución del género *Crataegus* en México.

Los tres grupos eco-climáticos son contrastantes en cuanto a la temperatura media y la precipitación pluvial (Figuras 5 y 6).

La zona del grupo tres es la que presenta mayor precipitación, comparada con las otras dos zonas, y presenta temperaturas templadas a calientes todo el año, por lo que puede considerarse un clima de subtropical a tropical (Clima del tipo A al tipo AC en la escala de Köppen) (García, 1988).

La zona del grupo dos es la de menor precipitación de las zonas de distribución de *Crataegus* y presenta temperaturas templadas a frías en invierno y muy calientes en verano, asemejándose mucho a un clima desértico (Clima del tipo AC al tipo B en la escala de Köppen) (García, 1988).

La zona del grupo uno presenta una precipitación similar a la del grupo 3, pero menor que éste, y temperaturas templadas en verano y frías en invierno, lo que representa un clásico clima templado (Clima tipo C en la escala de Köppen) (García, 1988).

La principal zona de distribución del grupo uno (Figura 7) es el Eje Neo-Volcánico desde las zonas altas de Veracruz en frontera con Puebla hasta las zonas montañosas de Jalisco muy cerca de la costa del Océano Pacífico, así como algunos puntos en la Sierra Madre Oriental a la altura de la sierra de Hidalgo y en el sur en la sierra de Oaxaca y unos puntos aislados en Chiapas.

Al parecer el grupo 1 podría asociarse a la distribución de *C. mexicana* Moc & Sessé principalmente y también,

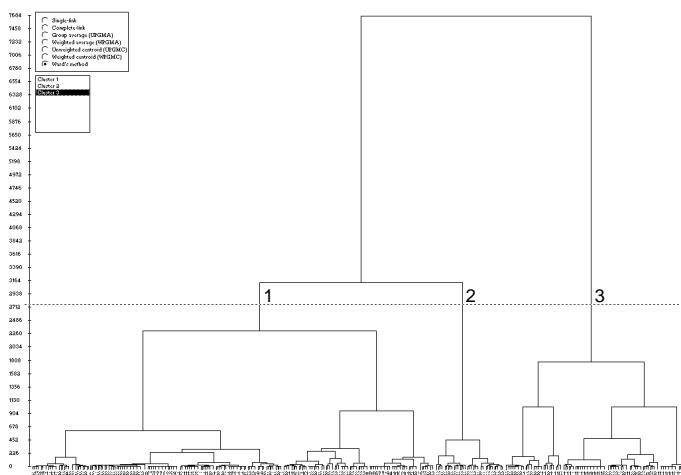
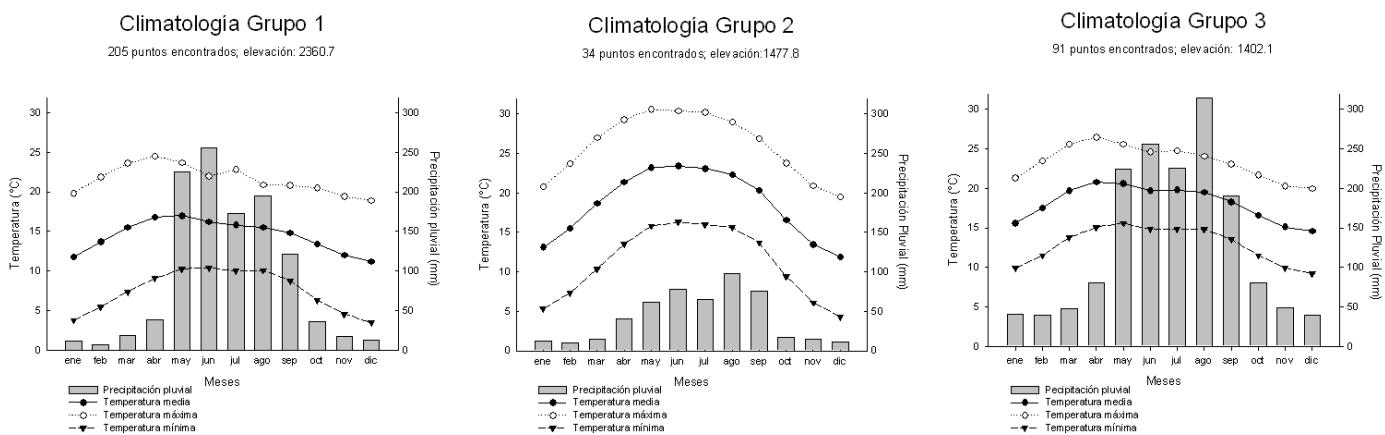
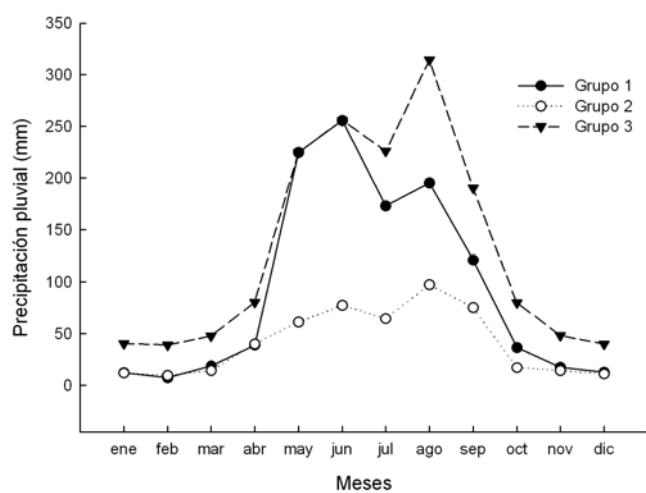


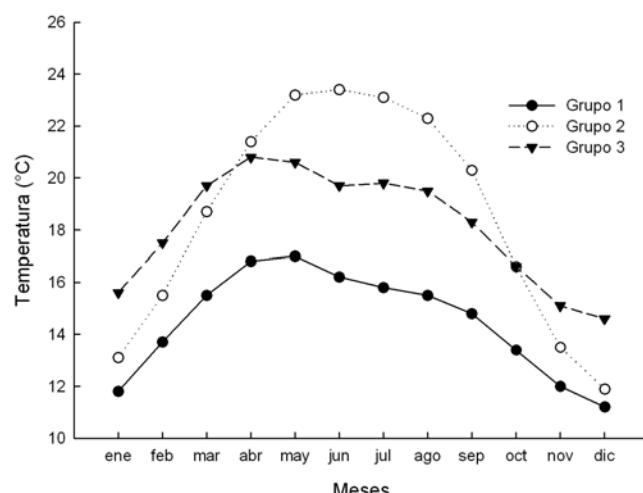
FIGURA 3. Dendrograma, mediante el método de Ward, de 330 ejemplares del género *Crataegus* formado por las diversas variables climáticas desarrolladas por FloraMap.



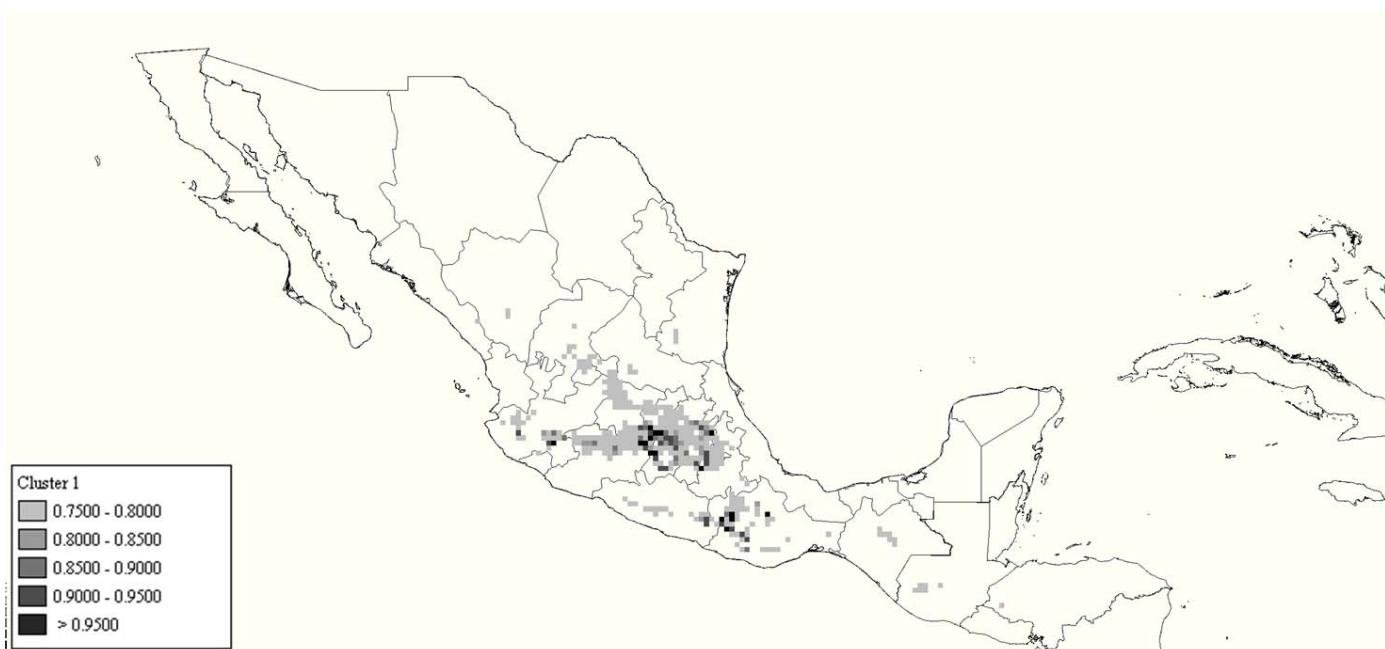
**FIGURA 4.** Diagramas climatológicos de los tres grupos de las posibles zonas eco-climatológicas de distribución del género *Crataegus* en México.



**FIGURA 5.** Comparación de la precipitación pluvial mensual en las tres posibles zonas de distribución del género *Crataegus* en México.



**FIGURA 6.** Comparación de la temperatura media mensual en las tres posibles zonas de distribución del género *Crataegus* en México.



**FIGURA 7.** Distribución estimada del grupo 1 (205 puntos) del género *Crataegus* en México.

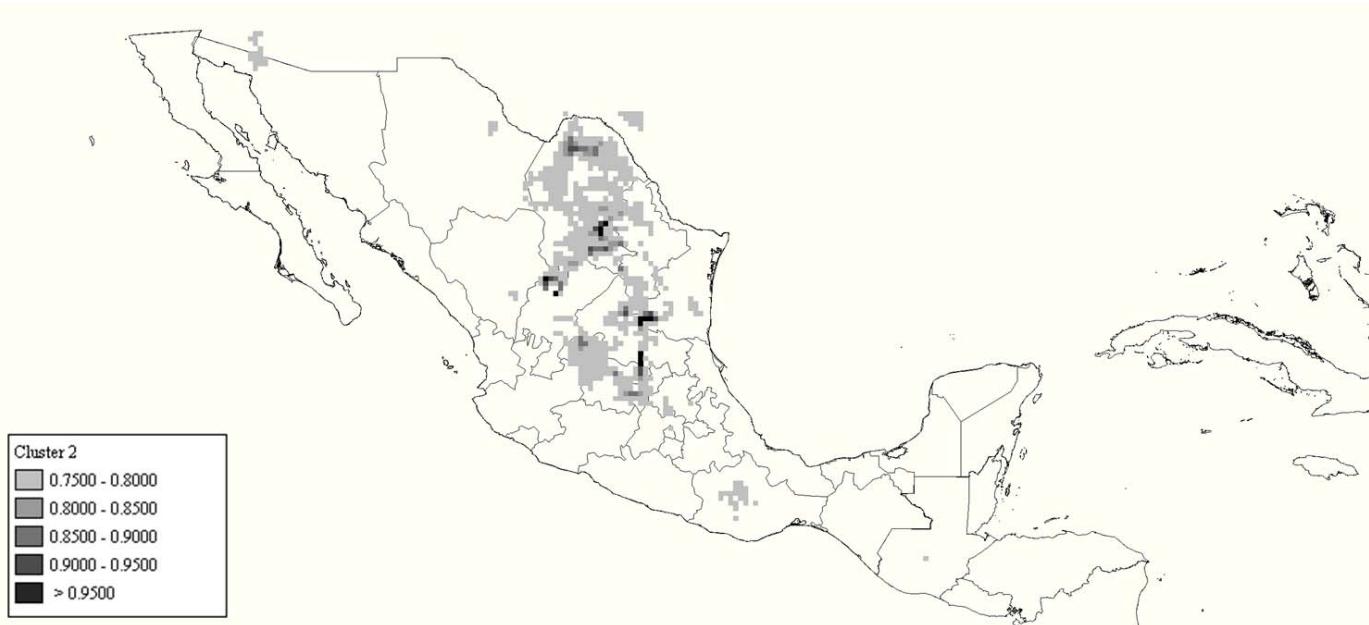
pero en menor medida, a *C. gracilior* Phipps (Phipps, 1997); éste es el grupo climatológico de interés para la realización de colectas para obtener germoplasma superior desde un punto de vista frutícola, debido a que estas especies son las utilizadas para dicho fin (Nieto-Ángel *et al.*, 1997). Y debido a los problemas reproductivos reportados para el género, como diferentes niveles de ploidía ( $2x$ ,  $3x$ ,  $4x$ ,  $5x$ , y  $6x$ ; con  $x=17$ ; Talent y Dickinson, 2005), agamospermia estéril masculina, hibridismo (Grant, 1989), apomixis (Muniyamma y Phipps, 1979; Talent y Dickinson, 2007) así como pseudogamia, y autoincompatibilidad gametofítica (como en el caso de la manzana) (Phipps *et al.*, 2003), no es conveniente hacer hibridaciones con otras especies.

La principal zona de distribución del grupo dos (Figura 8) es en la Sierra Madre Oriental desde la frontera con Estados Unidos en Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, pasando por zonas de Zacatecas, San Luis Potosí y Durango hasta Querétaro, Guanajuato e Hidalgo, teniendo la mayor probabilidad de encontrarse en Coahuila frontera con Nuevo León, San Luis Potosí y la sierra de Hidalgo. Ésta fue la principal zona de estudio de Phipps (1997), trabajo en donde se describieron las 13 especies reportadas en México. Pero al parecer representa la distribución de las series *Greggianae*, *Baroussanae*, *Madrenses*, y *Parvifoliae*; además de la distribución de *C. rosei* Eggl., perteneciente a la serie *Crus-galli*, 11 especies de las reportadas por Phipps (1997), exceptuando las dos especies asociadas para el grupo 1.

La principal zona de distribución del grupo tres (Figura 9) está más clara en Centroamérica que en México pero existe una alta probabilidad de encontrarlo en los altos de Chiapas, la zona oriente de la sierra de Oaxaca, la zona montañosa entre los estados de Guerrero y Michoacán y

parte de la sierra norte de Puebla hasta las zonas montañosas del centro de Veracruz y unos cuantos puntos aislados en el noroeste que corresponderían a la zona de la sierra de Durango en frontera con Sinaloa. No está totalmente claro a qué especie, o serie, representa este grupo climático; pero lo más probable es que se trate de ejemplares silvestres de las especies reportadas por Eggleston (1909) como *C. nelsoni* Eggl. y *C. stipulosa* (H. B. K.) Steud, ambas de la serie *Mexicanae* (Phipps *et al.*, 1990), aunque Phipps *et al.* (2003) reportaron a estas especies como ejemplares silvestres de *C. mexicana* Moc. & Sessé, pero Eggleston (1909) las describió como especies diferentes; así como de especies de la serie *Crus-galli* (está reportada *C. rosei* Eggl. en la zona de Durango perteneciente a este grupo) y probablemente especies no descritas para México de otras series (por los ejemplares Chiapanecos con lóbulos superficiales del Banco de Germoplasma *in vivo* y *ex situ* de la Universidad Autónoma Chapingo) y algunas otras especies lobuladas y no lobuladas probablemente no reportadas, o no identificadas aún, en México (algunos ejemplares de herbario están marcados todavía como *C. pubescens* (H. B. K.) Steud que tiene varias sinonimias y otros no presentan la especie, sólo el género) (Phipps *et al.*, 1990; Núñez-Colín *et al.*, 2004), en este grupo climático es en donde se podrían localizar nuevas especies, subespecies o variedades botánicas, debido a que en México están reportadas que nueve de las trece especies existentes son endémicas (Phipps, 1997; Núñez-Colín *et al.*, 2004).

Estos resultados difieren un poco con los reportados por Pérez-Ortega *et al.* (2004), aunque los dos grandes grupos reportados por estos autores corresponderían a los dos primeros grupos de este estudio, pero difieren al no definir el tercer grupo climático.



**FIGURA 8. Distribución estimada del grupo 2 (34 puntos) del género *Crataegus* en México.**



FIGURA 9. Distribución estimada del grupo 3 (91 puntos) del género *Crataegus* en México.

## CONCLUSIONES

La mayor probabilidad de distribución del género *Crataegus* en México es en las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur, así como en el Eje Neo-Volcánico.

Son tres grupos de distribución climática para el género *Crataegus* en México, teniendo los siguientes climas según la escala de Köppen: grupo 1: clima tipo C (templado); grupo 2: clima del tipo AC al B (semidesértico a desértico); y grupo 3: clima del tipo A al AC (mayormente subtropical).

El grupo 1 está asociado principalmente a la distribución de *C. mexicana* Moc & Sessé y a *C. gracilior* Phipps y es el de interés para la colecta de germoplasma superior desde el punto de vista frutícola (Nieto-Ángel *et al.*, 1997; Núñez-Colín *et al.*, 2004).

El grupo 2 está asociado principalmente a la distribución de las series *Greggiana*, *Baroussanae*, *Madrenses*, y *Parvifoliae*; además de la distribución de *C. rosei* Eggl., perteneciente a la serie *Crus-galli* (11 de las especies de las reportadas por Phipps, 1997).

El grupo 3 está asociado a ejemplares silvestres de especies reportadas por Eggleston (1909) como *C. nelsoni* Eggl. y *C. stipulosa* (H. B. K.) Steud. ambas de la serie *Mexicanae*, así como de especies de la serie *Crus-galli* (Phipps *et al.*, 1990; Phipps, 1997) y probablemente especies no descritas aún para México (Núñez-Colín *et al.*, 2004).

La precipitación pluvial es el principal factor ambiental que definió los diferentes grupos de distribución, aunque la

temperatura no puede ser despreciada ya que aporta buena parte de la variabilidad eco-climática.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Tim A. Dickinson del Royal Ontario Museum, Canadá por sus atinados comentarios en el manuscrito de este trabajo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca número 169581.

## LITERATURA CITADA

- BORYS, M. W.; LESZCZYŃSKA-BORYS, H. 1994. Tejocote (*Crataegus* spp.) – planta para solares, macetas e interiores. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(2): 95-107.
- CABRERA, L. G. 1992. Diccionario de Aztequismos. Ediciones Colofón. D. F., México. 166 p.
- EGGLESTON, W. W. 1909. The *Crataegi* of Mexico and Central America. Bulletin of the Torrey Botanical Club 36: 501-514.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 205 p.
- GRANT, V. 1989. Especiación Vegetal. Traducido por CRABTREE, E.; DELILLE, H. E. Editorial Noriega-LIMUSA. D. F., México. 587 p.
- JONES, P. G. 1991. The CIAT climate database version 3.41. Machine readable data set. CIAT, Cali, Colombia. 97 p.
- JONES, P. G.; GLADKOV, A. 1999. FloraMap: a computer tool for predicting the distribution of plants and the other organisms in the wild; version 1. Jones, A. L. (ed.). CIAT CD-ROM Series. CIAT, Cali, Colombia. 99 p.
- JONES, P. G.; GUARINO, L.; JARVIS, A. 2002. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 2. Floramap. Plant Genetic Resources Newsletters 130: 1-6.

- MUNIYAMMA, M.; PHIPPS, J. B. 1979. Cytological proof of apomixis in *Crataegus* (Rosaceae). American Journal Botany 66(2): 149-155.
- NIETO-ÁNGEL, R.; BORYS, M. W. 1992. Banco de Germoplasma de tejocote (*Crataegus* spp.) de la República Mexicana. Revista Chapingo 77: 126-130.
- NIETO-ÁNGEL, R.; BORYS, M. W. 1993. El tejocote (*Crataegus* spp.), un potencial frutícola de zonas templadas. Revista Fruticultura Profesional 54: 64-71.
- NIETO-ÁNGEL, R.; ORTÍZ, J.; GONZÁLEZ-ANDRÉS, F.; BORYS, M. W. 1997. Endocarp morphology as an aid for discriminating wild and cultivated Mexican Hawthorns (*Crataegus mexicana* Moc. & Sessé). Fruits 52: 317-324.
- NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; PÉREZ-ORTEGA, S. A.; SEGURA, S.; NIETO-ÁNGEL, R.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F. 2004. Variabilidad morfológica de tejocote (*Crataegus* spp.) en México. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 48: 144-148.
- PÉREZ-ORTEGA, S. A.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; NIETO-ÁNGEL, R.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F.; SEGURA, S. 2004. Los recursos genéticos de *Crataegus* (Rosaceae) en México: Variación eco-climática. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 48: 149-151.
- PHIPPS, J. B. 1997. Monograph of Northern Mexican *Crataegus* (Rosaceae, subfam. Maloideae). SIDA Botanical Miscellany 15: 1-94.
- PHIPPS, J. B.; O'KENNON, R. J.; LANCE, R. W. 2003. Hawthorns and Medlars. Royal Horticultural Society. Plant Collector Guide. Timber Press, Portland, USA. 139 p.
- PHIPPS, J. B.; ROBERTSON, K. R.; SMITH, P. G.; ROHRER, J. R. 1990. A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae). Canadian Journal of Botany 68: 2209-2269.
- SEGURA, S.; COOPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; LOPEZ, L.; GRUM, M.; GUARINO, L. 2003. Mapping the distribution of five species of *Passiflora* in Andean countries. Genetics Resources and Crop Evolution 50(6), 555-566.
- TALENT, N.; DICKINSON, T. A. 2005. Polyploidy in *Crataegus* and *Mespilus* (Rosaceae, Maloideae): evolutionary inference from flow cytometry of nuclear DNA amounts. Canadian Journal of Botany 83: 1268-1304.
- TALENT, N.; DICKINSON, T. A. 2007. Apomixis and hybridization in Rosaceae subtribe Pyrineae Dumort.: a new tool promises new insights. pp. 301-316. In: Apomixis: Evolution, Mechanisms and Perspectives. HÖRANDL, E.; GROSSNIKLAUS, U.; VAN DIJK, P. J.; SHARBEL, T. (eds). Regnum Vegetable 147, International Association for Plant Taxonomy and Koeltz Scientific Books, Vienna, Austria.
- TOHME, J.; JONES, P.; BEEBE, S.; IWANAGA, M. 1995. The combined use of agroecological and characterization data to establish the CIAT *Phaseolus vulgaris* core collection. pp. 95-115. In: Core Collection of Plant Genetic Resources. HODGKIN, T.; BROWN, A. H. D.; VAN HINTUM, TH. J. L.; MORALES, E. A. V. (eds). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Rome, Italy.