

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Persea* Mill., EN MÉXICO

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF THE *Persea* Mill. GENUS, IN MÉXICO

**Martínez-Villagomez, M.^{1*}; Campos-Rojas, E.¹; Ayala-Arreola, J.¹;
Barrientos-Priego, A.F.¹; Espíndola-Barquera, M.C.²**

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. MÉXICO. ²Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTA-MEX S. C. Ignacio Zaragoza, Col. Centro. Coatepec Harinas, Estado de México. C.P. 51700.

***Autor de correspondencia:** educamro@yahoo.com.mx

RESUMEN

La posible distribución del género *Persea* Mill., en México se desconoce, pero especies de este género han sido reportadas en 28 de los 32 estados de México. Debido al tipo de clima donde se desarrollan pueden encontrarse en diversas áreas del país donde su presencia no se ha reportado. La presente investigación tuvo como objetivo establecer la posible distribución del género *Persea* en México a partir de un análisis de información geográfica (SIG), así como identificar las posibles zonas eco-climáticas donde las especies del género están presentes. Se evaluaron 19 parámetros climáticos y la distribución conocida de las especies obtenida de registros de herbario y colectas. Los grupos de distribución climática fueron tres: el grupo I se desarrolla en los climas cálido húmedo, semicálido húmedo, templado húmedo y semifrío ((A)C a (Cb)); el II en clima semicálido subhúmedo, subhúmedo, templado subhúmedo y semiárido (A)C a (Bs)); y el III, en clima semicálido húmedo, húmedo y templado húmedo (Ac a C(m)). La mayor distribución del género *Persea* en México es en zonas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Eje Neo Volcánico, Llanura Costera del Golfo, Sierras de Chiapas y Guatemala y Península de Yucatán.

Palabras clave: SIG, zonas eco-climáticas, parámetros climáticos.

ABSTRACT

The possible distribution of the genus *Persea* Mill in México is unknown, although species of this genus have been reported in 28 of the 32 states of México, and because of the climate where they develop, they can be found in various areas of the country where their presence has not been reported. This study had the objective of establishing the possible distribution of the genus *Persea* Mill in México, from an analysis of geographic information (SIG), as well as identifying possible ecoclimate zones where the species of the genus are present. Nineteen climate parameters were evaluated and the known distribution of the species was obtained from herbarium records and accessions. The climate distribution groups were three: group I develops in the climates warm humid, semi-warm humid, temperate humid and semi-cold ((A)C to (Cb)); group II in the climates semi-warm semi-humid, warm sub-humid, temperate sub-humid and semi-arid (A) C to (Bs)); and group III is located in the climates semi-warm humid, warm humid and temperate humid (Ac to C(m)). The greatest distribution of the *Persea* genus in México is in the zones of Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Eje Neo Volcánico, Gulf coastal plain, mountains of Chiapas and Guatemala and Yucatán Peninsula.

Keywords: avocado, SIG, ecoclimate zones, climate parameters.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 4, abril. 2016. pp: 72-77.

Recibido: julio, 2015. **Aceptado:** febrero, 2016.

INTRODUCCIÓN

El género *Persea* agrupa aproximadamente a 190 especies en su definición clásica (Van der Werff, 2002). De éstas, 90 se encuentran en el neotrópico, llegando hasta el Este de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia* (L.) Spreng, *P. humilis* Nash y *P. palustris* Sarg.), Chile (*Persea lingue* (Ruiz y Pav.) Nees) (Kopp, 1966; Barrientos y López, 2001; Van der Werff, 2002), y por el oriente hasta las Antillas con la especie, *Persea indica* (L.) Spreng., que se encuentra en las Islas Canarias y alrededor de 100 especies distribuidas en el Sudeste de Asia (Barrientos y López, 2001; Van der Werff, 2002). No obstante, la evidencia obtenida a partir de estudios recientes indica que buena parte de las especies que se distribuyen en el sudeste de Asia corresponden a otros grupos monofiléticos y, por ende, a otros géneros (Rohwer, 2009). Campos *et al.* (2008) señalan que México es poseedor de 26 especies del género *Persea* Mill., las cuales tienen como principal zona de distribución el sureste del país. Chiapas es el estado con mayor diversidad de especies tanto del subgénero *Persea* como *Eriodaphne*, seguido de Oaxaca y Veracruz. Dada la importancia de este género surge la necesidad de registrar y analizar su distribución mediante Sistemas de Información Geográfica para apoyar la conservación y uso de las especies de *Persea*, identificando áreas de elevada diversidad; para predecir la posibilidad de encontrar una especie en áreas que aún no han sido exploradas; para enfocar recursos genéticos en programas de mejoramiento; y para seleccionar y diseñar sitios con el objeto de realizar conservación *in situ*. Por lo anterior, se estudió la localización y abundancia del género *Persea* Mill., en México mediante Sistemas de Información Geográfica para determinar su distribución actual y potencial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sistematizó y preparó una matriz de datos pasaporte de recolectas botánicas y recursos fitogenéticos de especies del género *Persea* de la Red Aguacate del (SINAREFI-SNICS-SAGARPA-UACH). Se realizó un análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS), utilizando los programas DIVA-GIS versión 7.5 (2012), Maxent versión 3.3.3 y ArcMap versión 10.2 (2013). Se determinó la distribución geográfica actual conocida de las especies de *Persea* de acuerdo con el clima, canícula, elevación, precipitación, régimen de humedad, temperatura, tipos de suelo y zonas prioritarias mediante la

herramienta ArcMap™ del programa ArcGIS®. Los modelos de distribución potencial se elaboraron con el programa Maxent, versión 3.3.3 (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un mapa de distribución geográfica actual, utilizando 1,180 datos de herbario y de colectas de especies de *Persea* recolectadas de 1981 a 2013, registrando que la distribución de los especímenes del género abarcan las regiones fisiográficas: Llanura Costera del Golfo Norte, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, Península de Yucatán, y la Cordillera Centroamericana (Figura 1). El análisis de Agrupación (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 (Cuadro 1) (Figura 2).

La zona del grupo I presentó una precipitación de 1,388 mm, resultando intermedia entre los grupos II (779.6 mm) y III (2,427 mm); temperatura media anual de 20.5 °C, temperaturas cálidas en verano (22.1 °C a 20.8 °C) y templadas en invierno (11.1 °C a 13.6 °C) lo que representa clima semicálido húmedo (A)C a semifrío húmedo (Cb) en la escala de Köppen (1948) (García, 1988). La zona del grupo II fue la de menor precipitación anual (779.6 mm) de las zonas de distribución de *Persea* y presentó una temperatura media anual de 18.3 °C, templadas a frías en invierno (11.1 °C a 18.6 °C)

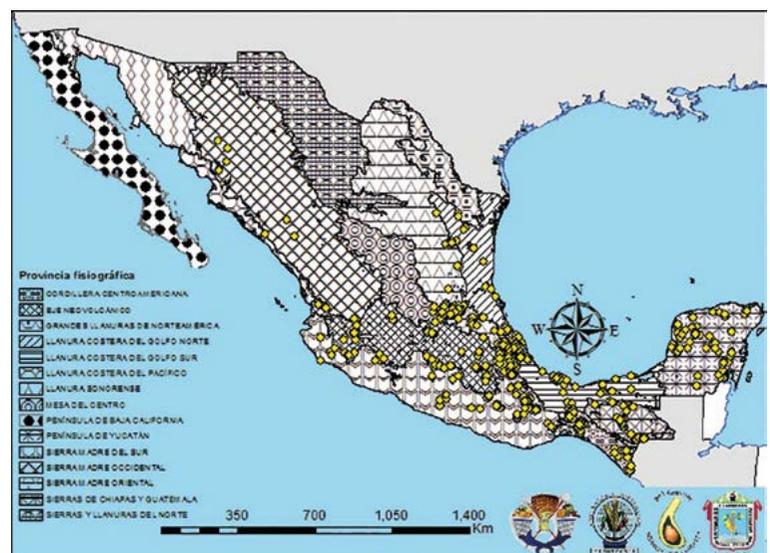


Figura 1. Datos de pasaporte de 1,180 ejemplares, ubicados en México, donde se ha reportado presencia del género *Persea* Mill.

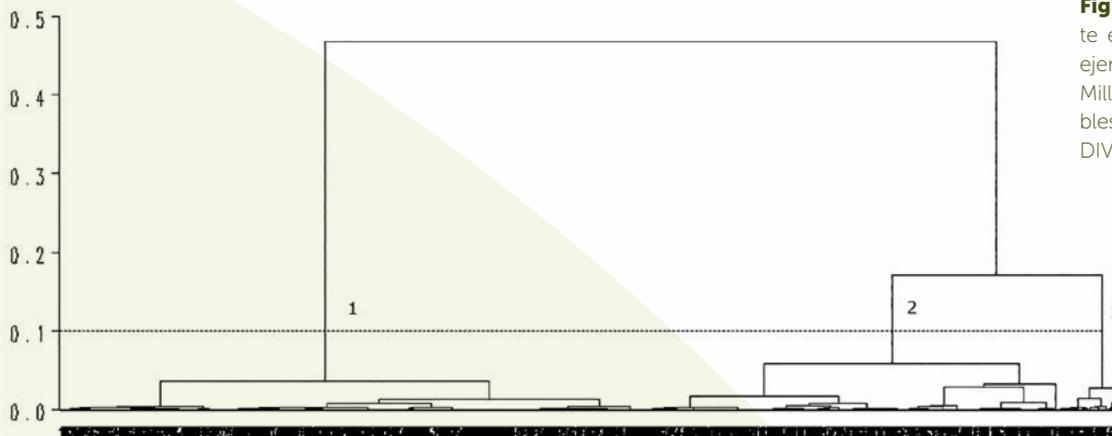


Figura 2. Dendrograma, mediante el método de Ward, de 1,180 ejemplares del género *Persea* Mill., formado por diversas variables climáticas desarrolladas por DIVA-GIS® versión 1.4.

y calientes en verano (19.9 °C a 18.4 °C), asemejándose mucho al de tipo semicálido húmedo (AC) a semiárido cálido (Bs) en la escala de Köppen (1948); (García, 1988). La zona del grupo III presentó precipitación de 2,427 mm, temperatura media anual de 20.4 °C y templadas a calientes todo el año (15.3 °C a 23.3 °C), por lo que puede considerarse clima cálido húmedo Ac a templado húmedo C(m) en la escala de Köppen (1948) (García, 1988). Enero es el mes que registra temperaturas mínimas más bajas del año; en la zona del grupo II la temperatura mínima desciende hasta 6.5 °C, mientras que en I y III llega a los 11.3 °C y 12.2 °C, respec-

tivamente. Mayo es el mes que registra temperaturas máximas más altas en las tres zonas; en los grupos I y II llegan a 29.6 °C y III a 29.3 °C; la temperatura media más baja del año se presenta en enero para las tres zonas, mientras que la media más alta se registró en mayo para los grupos I y III (23.1 °C y 23.3 °C) y en junio para el II (22.7 °C). Enero es el mes con menor precipitación durante el año en la zona de los grupos II y III (8.4 mm y 66.6 mm), y marzo para el grupo I (28.8 mm); septiembre es el más lluvioso para las tres, con 262.8 mm, 148.7 mm y 420.5 mm para los grupos I, II y III, respectivamente, resultando los tres grupos

Cuadro 1. Especies de *Persea* Mill., correspondientes a cada grupo.

Subgénero	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Persea	<i>P. americana</i> Mill.+	<i>P. americana</i> Mill.+	<i>P. americana</i> Mill.+
	<i>P. americana</i> var. <i>drymifolia</i>	<i>P. americana</i> var. <i>drymifolia</i>	<i>P. americana</i> var. <i>drymifolia</i>
	<i>P. americana</i> var. <i>guatemalensis</i>	<i>P. americana</i> var. <i>guatemalensis</i>	
	<i>P. schiedeana</i> Nees.		<i>P. schiedeana</i> Nees.
	<i>P. tolimanensis</i> *		<i>P. parvifolia</i> *
Eriodaphne	<i>P. chamissonis</i>	<i>P. chamissonis</i>	<i>P. chamissonis</i>
	<i>P. donnell-smithii</i>		<i>P. donnell-smithii</i>
	<i>P. flavifolia</i>	<i>P. flavifolia</i>	
	<i>P. hintonii</i>	<i>P. hintonii</i>	<i>P. hintonii</i>
	<i>P. liebmannii</i>	<i>P. liebmannii</i>	<i>P. liebmannii</i>
	<i>P. longipes</i>		<i>P. longipes</i>
	<i>P. rufescens</i>		<i>P. rufescens</i>
	<i>P. purpusii</i>	<i>P. purpusii</i>	
	<i>P. sp.</i> [^]	<i>P. sp.</i> [^]	<i>P. sp.</i> [^]
	<i>P. vesticula</i>		<i>P. vesticula</i>
	<i>P. standleyi</i> *	<i>P. pachypoda</i> *	
	<i>P. steyermarkii</i> *	<i>P. palustris</i> *	
		<i>P. podadenia</i> *	

*=Especie presente en un solo grupo; +=No se distinguen ecotipos de *P. americana*; ^=No se distinguen especies de *Persea*.

ecoclimáticos contrastantes en cuanto a la temperatura media y precipitación pluvial. Tales ambientes condicionan la distribución de las especies de *Persea*; de tal forma que las desarrolladas en el grupo I son susceptibles a bajas temperaturas, mientras que las del grupo II toleran temperaturas y precipitaciones bajas, por lo que dentro de este grupo se pueden encontrar genotipos tolerantes al frío y sequía. Las comprendidas en el grupo III se desarrollan en ambientes cálidos con abundante precipitación, por lo que es posible encontrar genotipos que se desarrollen en condiciones de anegamiento (Cuadro 2).

Las especies *P. americana* Mill., *P. chamissonis*, *P. americana* var. *drymifolia*, *P. hintonii* y *P. liebmannii*, presentes en las tres zonas ecoclimatológicas de distribución del género *Persea*, se encuentran en una amplia gama de condiciones climáticas, caso contrario a *P. standleyi*, *P. steyermarkii* y *P. tolimanensis* que limitan su distribución a la zona ecoclimática del grupo I, así como *P. pachypoda*, *P. palustris*, y *P. podadenia* que solo se distribuyen a la zona ecoclimática del grupo II, encontrándose en un ambiente complejo y reducido que al ser alterado podría poner en peligro su presencia en el medio natural, por lo cual es importante priorizar su conservación. Las especies dentro del grupo I se distribuyen en los estados de Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán; dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur, el Eje Neovolcánico, la zona sur de la Sierra Madre Oriental y las Grandes Llanuras de Norteamérica; la Llanura costera del Golfo

Sur, las Sierras de Chiapas y Guatemala, la Cordillera Centroamericana y la Península de Yucatán, mientras que el grupo II se distribuye en los estados de Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán, dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica, Mesa del Centro, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Península de Yucatán, y el grupo III se localiza en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco, y Veracruz, dentro de las provincias fisiográficas Cordillera Centroamericana, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierra Madre del Sur y la zona de convergencia del Eje Neovolcánico con la Sierra Madre Oriental (Figura 3).



Figura 3. Distribución geográfica de los grupos de género *Persea* Mill., en México.

Cuadro 2. Parámetros bioclimático para la distribución de los grupos de *Persea* Mill.

Parámetro bioclimático	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Precipitación anual (mm)	1411.0	808.8	2319.7
Oscilación anual de la temperatura (°C)	18.5	23.2	17.4
Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	708.4	451.7	1125.3
Estacionalidad de la temperatura (%)	197.6	219.1	192.8
Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	119.3	38.2	260.4
Temperatura máxima promedio del mes más cálido (°C)	29.9	29.8	29.2
Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)	18.2	15.7	18.0
Estacionalidad de la precipitación (%)	80.7	96.9	74.5
Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)	19.4	16.8	19.7
Precipitación del periodo más seco (mm)	26.6	6.9	48.8
Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)	22.1	20.2	21.6

La distribución potencial del grupo I incluye las regiones Occidente, Centro, Sur y Sureste del país, siendo estas dos últimas las más favorables. El valor de probabilidad (0.75 a 0.88) donde se encuentran las condiciones climáticas más favorables para su desarrollo se ubicaron en el Norte de Hidalgo y Querétaro, y en la zona centro de Veracruz donde convergen la Sierra Madre Occidental, la Llanura Costera del Golfo Norte y Eje Neovolcánico; en la región Centro y Este del estado de Oaxaca, correspondientes al Este de la Sierra Madre del Sur y al Norte de la Cordillera Centroamericana, respectivamente, así como en el Centro del estado de Chiapas, que corresponde a las Sierras de Chiapas y Guatemala (Figura 4A).

La distribución potencial del grupo II abarca todas las regiones del país; sin embargo, las áreas con el valor de probabilidad donde se encuentran las condiciones climáticas más favorables se aprecian en la Figura 4B, y se representan en color café, disminuyendo su valor según la escala de color (0.67 a 0.88). Se encuentran en la región donde coinciden la Sierra Madre Occidental y la Llanura Costera del Golfo Norte en los estados de Nuevo León y Tamaulipas; en el Sur de la Sierra Madre Occidental entre los estados de San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo; en la zona centro del Estado de Puebla, que corresponde al Sureste del Eje Neovolcánico; y el Noroeste del estado de Oaxaca, correspondiente al Noreste de la Sierra Madre del Sur. La distribución potencial del grupo III se limita a la región Sur del país. El valor de probabilidad donde se encuentran las condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de las especies dentro de este grupo se representa en color café, disminuyendo su valor según la escala de color (0.98 a 0.66), y se ubica entre los límites del Centro de Veracruz y Puebla en el área de unión del Eje Neovolcánico con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur, como se puede apreciar en la Figura 5.

Las variables bioclimáticas que explican y resuelven en conjunto 92.8% de los modelos de distribución geográfica potencial de las especies del género *Persea* Mill., en orden de importancia se presentan en el Cuadro 2.

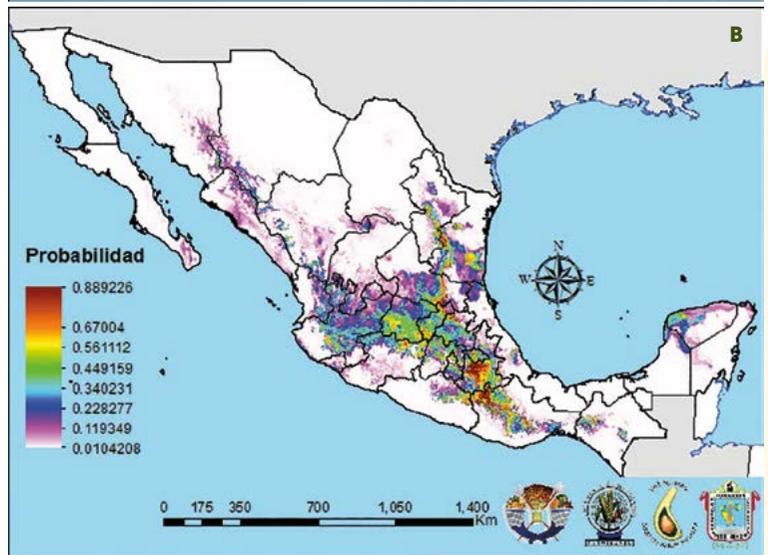
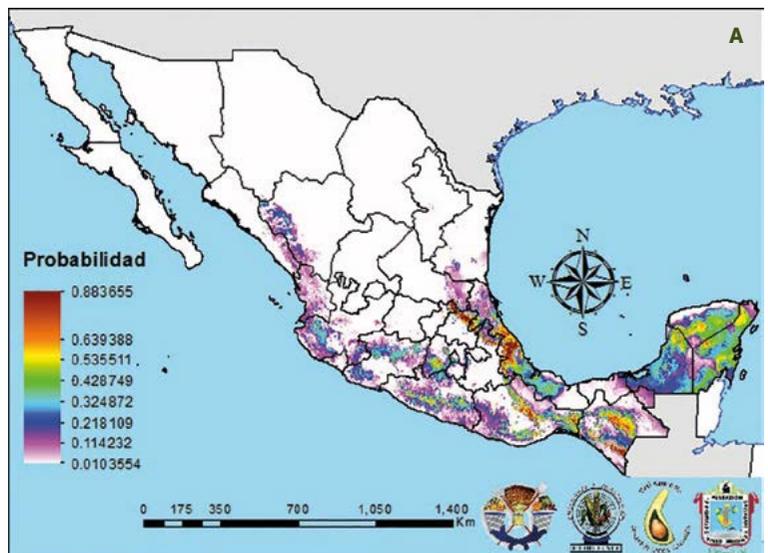


Figura 4. A: Modelo de distribución potencial del Grupo I, B: Grupo II, de *Persea* Mill., en México.

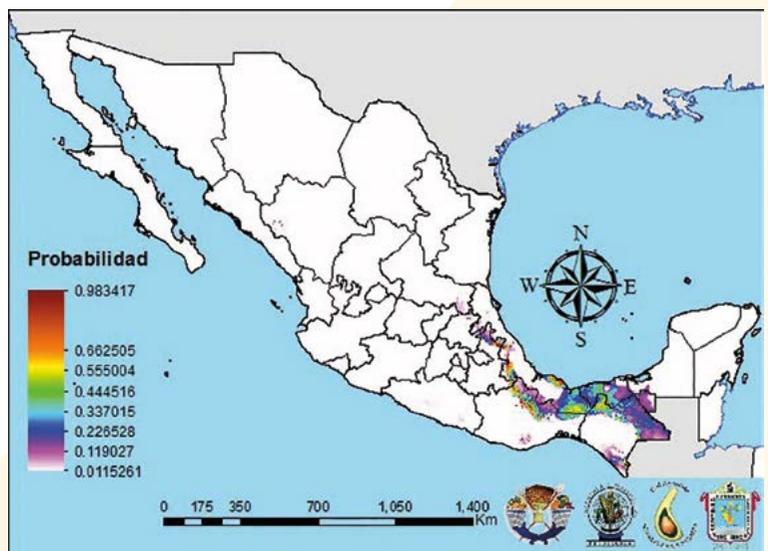


Figura 5. Modelo de distribución potencial del Grupo III de *Persea* Mill., en México.

CONCLUSIONES

La mayor probabilidad de distribución del género *Persea* Mill., en México se ubica en las zonas de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Eje Neo Volcánico, Llanura Costera del Golfo, Sierras de Chiapas y Guatemala, y la Península de Yucatán. Son tres grupos de distribución climática para el género en México, teniendo los siguientes climas, según la escala de Köppen. Grupo uno: clima tipo (A)C a (Cb) (clima semicálido húmedo a semifrío húmedo); grupo dos: clima de tipo(A)C a (Bs) (semicálido húmedo a semiárido cálido); y grupo tres: clima del tipo Ac a C(m) (cálido húmedo a templado húmedo). Con el análisis de distribución en función del clima, precipitación y tipo de suelo es posible detectar genotipos de interés para el mejoramiento genético por características de tolerancia a condiciones estresantes. Las especies presentes en al menos dos grupos tienen mayor rango de adaptabilidad y, por tanto, un área de distribución potencial individual mayor a aquellas que se encuentran de un solo grupo climático. Las especies dentro de un solo grupo climático son más vulnerables a estar amenazadas o en peligro de extinción, debido a cambios en el área donde se distribuyen, producidos por el clima o por la intervención humana.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es resultado de actividades de la Red de Aguacate, y se agradece al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el financiamiento de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Barrientos P.A.F., López L.L. 2001. Historia y genética del aguacate. En: Téliz, D. (ed). El aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-Prensa. México. pp 19-30.
- Campos R.E., Espindola, B.M.C., Mijares O.P. 2008. Diversidad del género *Persea* y sus usos. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec, Harinas. México. 59 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Régimen de Clasificación Climática de Köppen, México.
- KOPP L.E. 1966. A taxonomic revision of the genus *Persea* in the western hemisphere (Perseae-Lauraceae). *Memories of the New York Botanical Garden* 14: 1-120.
- Rohwer, J. G. 2009 Lauraceae. In: K. Kubitzki, J. Rohwer & V. Bittrich (eds.), *The families and genera of vascular plants II*. Springer-Verlag, Berlin. pp: 366-391.
- Van der werff H. 2002. A synopsis of *Persea* (Lauraceae) in Central America. *Novon* 12: 575-86.

