

LA CONSERVACIÓN DE LOS ABALES (*Spondias purpurea* L.) Y SUS PARIENTES SILVESTRES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

CONSERVATION OF THE ABAL (*Spondias purpurea* L.) AND ITS WILD RELATIVES IN THE YUCATÁN PENINSULA

Ruenes-Morales, M.R.; Ferrer-Ortega, M.M.; Montañez-Escalante, P.I.; Fortuny-Fernández, N.M.

Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Campus de Ciencias Biológicas y agropecuarias-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Autor de correspondencia: rruenes@correo.uady.mx

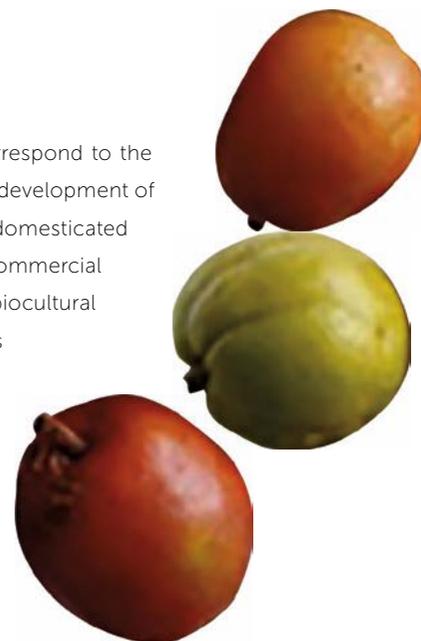
RESUMEN

Abal deriva de la lengua maya y significa árbol de ciruelo, todos los tipos de *abales* corresponden a la especie *Spondias purpurea* L. Como muchas plantas domesticadas, los abales son esenciales en el desarrollo de las familias campesinas y cubren diferentes necesidades biológicas y culturales. Esta especie, en su forma domesticada ha sido conservada por los Mayas de la península de Yucatán en huertos familiares y parcelas comerciales. Los parientes silvestres se encuentran presentes, tanto en acahuales como en selvas que forman parte del patrimonio biocultural de los Mayas Yucatecos. La información sobre la venta de abales fue documentada, los trabajos sobre la diversidad biológica y genética de abales yucatecos evidencian que a pesar de tener dos linajes genéticos presentes en la provincia, la diversidad en la morfología de frutos, hojas, flores y fenología de las formas cultivadas es muy variable, relacionada con la selección de variantes poliploides por los pobladores, quienes propagan a este cultivo clonalmente por medio de estacas. Se concluye que los huertos familiares, son un reservorio de la diversidad genética y de conservación *in circa situm*, donde la selección dirigida ha mantenido variantes fenotípicas únicas que difieren en forma, color, sabor y tamaño de fruta, tiempos de fructificación y nivel de ploidía. Las poblaciones de parientes silvestres están en riesgo y es importante caracterizarlos y evaluarlos. La presencia de la colección de trabajo de la red ciruela SNICS-SINAREFI en la península de Yucatán representa una oportunidad para desarrollar investigaciones que sean base para planificar las estrategias de conservación y fitomejoramiento de *Spondias purpurea*.

Palabras clave: *Spondias* spp., huerto familiar, árbol indígena maya.

ABSTRACT

Abal derives from the Mayan language and means plum tree; all the types of *abales* correspond to the species *Spondias purpurea* L. as many domesticated plants, the abales are essential in the development of peasant families and cover different biological and cultural needs. This species, in their domesticated form, has been conserved by the Mayans in the Yucatán Peninsula in family gardens and commercial plots. The wild relatives are present, both in grasses and in forests that are part of the biocultural heritage of Yucatec Mayas. Information regarding trade of abales was documented; studies about biological and genetic diversity of Yucatec abales show that despite having two genetic lineages present in the province, the diversity in the morphology of fruits, leaves, flowers and phenology of the cultivated forms is quite variable, explained by



Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 4, abril, 2016. pp: 55-62.

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

the selection of polyploid cultivars by inhabitants, who propagate this crop clonally through cuttings. It is concluded that family gardens are a reservoir of genetic diversity and of *in circa situm* conservation, where directed selection has conserved unique phenotypical cultivars that differ in shape, color, taste and size of the fruit, time of fructification and level of ploidy. The populations of wild relatives are at risk and it is important to characterize and evaluate them. The presence of the working collection of the SNICS-SINAREFI plum network in the Yucatán Peninsula represents an opportunity to develop studies that are the base for planning the conservation and plant improvement strategies for *Spondias purpurea*.

Keywords: *Spondias* spp., family garden, Mayan indigenous tree.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Spondias* L. (Anacardiaceae) son cultivadas en todo México hasta Perú y sur del Brasil (Barford, 1987; Dodson y Gentry, 1978). House *et al.* (1995) y Rzedowski y Rzedowski (1999) consideran que el origen de esta especie es México y América Central, donde actualmente se encuentran poblaciones con tipos silvestres. *Spondias mombin* L. y *S. purpurea* tienen una distribución amplia desde Sinaloa hasta Chiapas por la vertiente del Pacífico de México y desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán por la vertiente del Golfo de México (Rzedowski y Rzedowski, 1999). *S. purpurea* es elemento florístico de las selvas bajas caducifolias. Colunga y May (1992), señalan que en la península de Yucatán, *S. purpurea* es una especie cultivada y que su pariente silvestre *S. mombin* también está presente, en menor proporción, en algunos huertos familiares de pueblos aledaños a la selva mediana subcaducifolia y subperennifolia. *S. radlkoferi* J.D.Sm. se ha reportado como elemento florístico de las selvas medianas a altas subperennifolias y perennifolias en los estados de Veracruz y Chiapas, sin que haya reportes para la península de Yucatán. Abal deriva de la lengua maya y significa árbol de ciruelo, todos los tipos de abales corresponden a la especie *S. purpurea*. Es un cultivo con numerosas variantes que poseen mayor grado de variación en los frutos, hojas. Los parientes silvestres se encuentran en la vegetación circundante, esto es, *S. purpurea* es elemento florístico de las selvas bajas y medianas caducifolias, aunque también se puede encontrar *S. mombin* (Huhub, Hobo, Jobo) característico de las selvas bajas y medianas caducifolia a subcaducifolia y *Spondias radlkoferi* (Kilim o Hobo amarillo) de selvas medianas subcaducifolias a altas perennifolias (Figura 1). La ciruela mexicana es un frutal muy prometedor por su aceptación en el mercado, por tratarse de una especie con alta resistencia a la sequía y por producir en suelos pobres y someros donde no se adaptan otros cultivos. En México se conocen numerosas variantes clonales (Avitia *et al.*, 2003), y es el país donde se han registrado el mayor número de variantes que oscilan entre 20 y 32 (Ruenes *et al.*, 2010), sin que de ellas se haya hecho una caracterización biológica formal. El nombre vernáculo generalizado para *S. purpurea* es ciruelo o ciruela mexicana, pero se han registrado diversos nombres dados por los grupos étnicos de México.

Con base en lo anterior, se resumen resultados de investigación sobre la variación biológica de los abales cultivados de *S. purpurea* y de sus parientes silvestres, en la península de Yucatán, México, con base en investigación participativa con los pobladores y el empleo del material de la colección de trabajo de la red de ciruela para caracterizar su diversidad e importancia cultural de los abales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización fenológica de las variantes fue obtenida por Ruenes *et al.* (2010) quienes integraron la información obtenida por medio de entrevistas semi-estructuradas y observaciones directas sobre la variación en las épocas de floración y fructificación de las variantes de abal preferidas por los pobladores de Yucatán. El análisis fenético de diez tipos de abal que las familias campesinas reconocen se realizó como parte del estudio integral de los abales de Yucatán en el municipio de Hocabá conducido por Ruenes *et al.* (2010). Los datos morfológicos y fenológicos se tomaron como caracteres para realizar un análisis de conglomerados y construir un dendrograma con el algoritmo UPGMA, con ayuda del paquete NTSYS-PC versión 2.02 (Rohlf, 1997).

A partir del análisis fenético se eligieron nueve variantes para las que se estimó el complemento cromosómico. Se recolectaron cuatro estacas de 30 cm de largo en dos individuos para las variantes Campech abal, Chiabal, Ek abal, Xhahal abal, Xhuhi abal, Tuspana abal, Xuntura abal; Kinil abal, Abal ak y ciruela de monte o silvestre. Las estacas se mantuvieron en invernadero por aproximadamente cuatro meses, tiempo en el que se recolectaron raíces de cada estaca



Figura 1. Características de izquierda a derecha: porte del árbol, corteza, foliolos, inflorescencias y frutos de las especies del género *Spondias*: A. *S. purpurea* L., B. *S. mombin* L., C. *S. radlkoferi* J.D.Sm

para hacer el conteo cromosómico en observaciones microscópicas (Rivero-Manzanilla, 2012) en contraste de fase de campo claro (microscopios Nikon-Eclipse-2000 y Zeiss-Primo-Star 1000X), en 10 células de meristemas de raíz.

La variación genética a nivel molecular se realizó para 74 plantas de *S. purpurea* que constituyen la colección viva de la Red Ciruela-SNICS-SINAREFI, ubicada en el Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán-Universidad Autónoma Chapingo (CRUPY-UACH). El DNA genómico se extrajo del tejido foliar para amplificar el marcador molecular del espacio intergénico *trnS-trnG* de DNA de cloroplasto, con los protocolos descritos por Fortuny (2013). El análisis gráfico de la diver-

sidad de haplotipos se obtuvo con el programa Popart vs 1.0 comparando las secuencias de accesiones silvestres y cultivadas tanto para las recolectadas como para las reportadas por Miller y Schaal (2006). La distribución de 15 tipos de abales en Yucatán se obtuvo analizando la información de huertos familiares de 180 familias de 36 poblados diferentes de la península de Yucatán. Sus usos se identificaron por medio de entrevistas abiertas y observación directa. Las coordenadas geográficas para la ubicación de los tipos de abales se obtuvo a partir del registro con GPS de la casa en la que se cultivaba al menos un árbol de abal. En la vegetación natural aledaña a estos poblados se hicieron exploraciones botánicas y en caso de encontrar a la especie o parientes silvestres se

recolectaron ejemplares de herbario y tomaron las coordenadas geográficas con un GPS. Para conocer el potencial de la ciruela en el mercado se realizó un acercamiento con autoridades comunitarias del Camino Real. Se emplearon técnicas de entrevistas semi-estructurada y abiertas (Martin, 2004), a 68 familias de las comunidades con la finalidad de obtener información general sobre los principales usos y técnicas de manejo para el cultivo de la ciruela y sobre la cosecha, producción y comercialización de esta fruta. Todo esto se complementó con la observación participativa y el registro fotográfico en Campeche

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fenología en la mayoría de los tipos de abal cultivados en la

península se considera asincrónica, porque la floración es seguida por fructificación y enseguida por foliación. De acuerdo a la época en que florecen los abales y se cosecha el fruto se han identificado tres patrones fenológicos. El primer y segundo tienen fenología asincrónica; el primero es característico para un grupo de 12 tipos de abal que producen sus flores en el periodo de diciembre a marzo; mientras que el segundo lo es para dos tipos de abal que florecen cuando termina la floración del primer grupo durante la sequía (última quincena de febrero a finales de mayo) (Cuadro 1). El tercer patrón lo constituyen Xuntura abal, *S. mombin* y *S. radlkoferi* los cuales fructifican en la época de lluvias y florecen en la última quincena febrero a finales de mayo, además se caracterizan por producir hojas al mismo tiempo que florecen o cuando inicia la maduración de frutos. Por los patrones de producción de hojas la mayoría de los tipos de abales se consideran caducifolios y solo Xuntura

abal podría considerarse subperennifolio. Aunque no se ha realizado un estudio fenológico formal de *S. mombin* y *S. radlkoferi*, por las observaciones realizadas en campo, suponemos que las fenofases son asincrónicas. Es relevante mencionar que los resultados obtenidos sobre los periodos de floración, fructificación y foliación de *Spondias purpurea* son pioneros para la región, con poca referencia en la literatura como los de Avitia-García (1997) para ciruelas Mexicanas en Morelos, México, Macía (2000) para Ecuador, y Ordext, (1994), Cañizares (1984), Fuentes *et al.* (2001), Cremata (1999), para Cuba.

El análisis de conglomerados, sugiere la existencia de dos grupos bien diferenciados: los conformados por el tipo silvestre y su pariente silvestre (Kinil abal/ Abal ak y *S. mombin*) y los abales cultivados, que difieren básicamente en su sistema reproductivo (dioicos y hermafroditas, respectivamente). Entre los cultivados, Xuntura abal es

Cuadro 1. Caracterización fenológica, morfológica y genética de los tipos de abal (*Spondias purpurea* L.) en Península de Yucatán, México.

Nombre		Características del fruto			Población	Complemento cromosómico	Cosecha fruta	
vernáculo	científico	Color	Sabor	Longitud (cm)				
Abal ak= Kinil abal= jocote, ciruela de monte, ciruela Mexicana	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anaranjado-amarillo	Agrios	15	Silvestre	Diploide	Abril-mayo	
Campech abal		Rojos a anaranjado-amarillentos	Dulces	32		Cultivada		Triploide
San Juan abal				N/D	N/D			
Chi abal=Chich abal		Rojos a anaranjados	Dulces	30	Diploide, Tetraploide			
Xkusmil abal				30	N/D			
Ek abal				39	Triploide			
Huhi abal				33	Diploide			
Keken abal= Sabacabal=Morada		Morados	Agridulces o ácidos	40	N/D			
Xowen abal=Simin abal		Rojos a anaranjado	N/D	N/D	N/D			
Cubana abal				N/D	N/D			
Xcan abal				29	N/D			
Tuspeña abal o Tuspana de Campeche				N/D	N/D			
Hahal abal o Jajal abal				36	Diploide			
Xec abal		Agridulces	Agridulces	N/D	N/D			Junio-Julio
Tuspana abal				42	Tetraploide			
Xuntura abal, Juntura, fundura o Tuxilo abal		Amarillos		27	N/D			Agosto-October
Huhub=Jobo, Ciruela de monte	<i>S. mombin</i> L.	Amarillos y / verdes	Amargos	32	Diploide			
Kilim=Jobo=Ciruela de Monte	<i>S. radlkoferi</i> J.D.Sm	Amarillos	Agridulces	N/D	Diploide			

N/D=No determinado.

el tipo que se separa de la mayoría por sus características fenológicas. Resalta la presencia de tres grupos por tener frutos de tamaños, gama de colores y contenido de azúcar similares. El primer grupo está constituido por abales de tamaño pequeño, con frutos amarillos a anaranjados y sabor dulce, Campech abal de forma redondeada, y un subgrupo de forma ovalada conformado por Chiabal, Ek abal, Xcan abal y Xkusmil abal. El segundo grupo está constituido por abales de tamaños medianos y grandes, con frutos morados y sabores ácidos, Huhi abal y Keken abal. El tercer grupo integra a los tipos con frutos medianos y grandes de color amarillo con sabor agridulce, Hahal abal y Tuspana abal. Los caracteres con mayor peso demuestran que las estructuras que caracterizan a los tipos de *S. purpurea* que se cultivan en los huertos familiares de la comunidad de Hocabá, Yucatán, son 13, de los cuales, ocho son vegetativos, principalmente de hoja y los cinco caracteres restantes son reproductivos básicamente fruto (largo, ancho y peso). Cabe señalar que se pensó que los caracteres de grosor del epicarpio (cáscara); peso epicarpio; cantidad de mesocarpio (pulpa) y cantidad de azúcar del mesocarpio (grados brix) podían ser importantes y de gran peso para explicar la

selección artificial que los campesinos de la península de Yucatán han realizado y tener como resultado la gama de tipos de abales en esta región del país, sin embargo, lo registrado sugiere que los pobladores seleccionan por fenología, y no tanto por sabor y cantidad de azúcar. A la fecha, se ha registrado variación en el complemento cromosómico de la especie *S. purpurea*, registrando un complemento diploide para el tipo silvestre y algunos cultivados, así como, complementos triploides y tetraploides para tipos cultivados (Cuadro 1 y Figura 2, a b y c). La variación se da tanto entre cultivados, como entre los tipos reconocidos de abales (Cuadro 1 y Figura 2 d y e). Los análisis citogenéticos realizados a la fecha sugieren que varios tipos de abales son poliploides con respecto al tipo silvestre de abal presente en la península (Rivero-Manzanilla, 2012).

Es probable que la selección de individuos que tengan frutos con mayor contenido de azúcar y tamaño o colores particulares sea la que explique la presencia de abales poliploides. Son varios los cultivos en los que existe variación en el complemento cromosómico y en los que la poliploidía está asociada con el gigantismo y sobre-expresión de características seleccionadas (Mc Key

et al., 2010; Meyer et al., 2012); por ejemplo las manzanas en sus formas triploides y tetraploides son de mayor tamaño y dulzura, por lo que constituyen el grueso de los cultivares, mientras que los parientes silvestres son diploides (Matsumoto, 2014). Aunque se sabe que algunas formas poliploides no se reproducen en las poblaciones naturales, la propagación clonal de muchos cultivos ha garantizado la presencia de líneas triploides y pentaploides. En el caso de los abales, toda la variación en niveles de poliploidía se mantiene gracias a que la especie se propaga de manera clonal cuando es cultivada y podemos inclusive encontrar las formas triploides (Cuadro 1, Figura 2 c).

La variación a nivel de poliploidía registrada en los abales de Yucatán no corresponde con la variación que se observa a nivel molecular, esto se debe en parte a que la poliploidía afecta la diversidad del genoma nuclear, y en el presente, se analizó al genoma del cloroplasto. En la primera aproximación para la estimación de la diversidad genética de la especie, se registran 14 haplotipos de *S. purpurea* cultivados, y sólo dos de éstos están presentes en la península de Yucatán (Figura 3). Es claro, también que la diversidad genética que tiene la especie

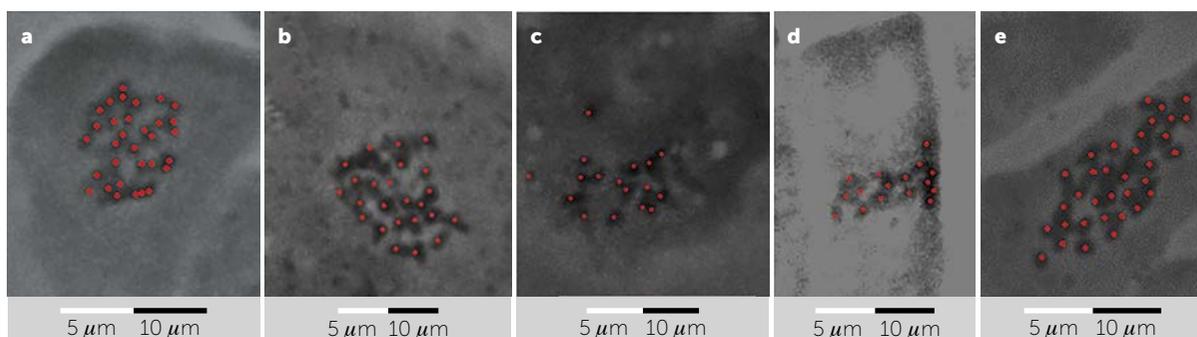


Figura 2. Microfotografías de células de meristemo radicular de los tipos de abales con complementos cromosómicos a) Tuspana abal-tetraploide, b) Ek abal-triploide, y c) Abal ak-diploide, d) Hahal abal-diploide y e) Hahal abal-triploide. Las células de a, b y c se encuentran en metafases; d y e en profase tardía.



Figura 3. Distribución de 14 haplotipos de la región intragénica *trnG-trnS* para ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) cultivada en México y Centroamérica.

en México y Centroamérica difiere en los linajes genéticos que son más representativos (Figura 3). La diversidad genética podría estar relacionada con la diversidad en formas de frutos en otras regiones; por ejemplo, en Morelos, México, se han registrado cuatro haplotipos para ciruelas cultivadas y todas varían en color, tamaño y sabor (Figura 4).

Este resultado sorprende, porque la variación fenológica y morfológica de los frutos de abales (Cuadro 1 y Figura 4), parecen corresponder a dos linajes que fueron introducidos al cultivo en la península, provenientes quizás de tierras altas donde habitan otros grupos mayas (Guatemala). Esto sugiere que la variación fenotípica en los abales; y en términos generales de las formas cultivadas, parten de un acervo genético limitado. Sin embargo, esta conclusión requiere comprobarse con estudios que incluyan más de un marcador de origen citoplasmático y los de origen nuclear.

Los registros de las variantes cultivadas de *S. purpurea*, señalan que la ciruela Chi abal, es la que presenta

amplia distribución en la península de Yucatán seguida por la Xuntura abal y la Xcan abal, en menor proporción están las demás variantes (Figura 5). En cuanto a las poblaciones silvestres, se han registrado las poblaciones de la ciruela mexicana *S. purpurea*, en los estados de Yucatán y Quintana Roo. *S. mombin* o Huhub está en poblaciones silvestres en los estados de Campeche, Quintana Roo y el primer registro para el estado de Yucatán, como elemento florístico de Selva Mediana subperennifolia. Dos poblaciones de *S. radlkoferi* se registraron por primera vez en Quintana Roo, México.

De las 11 comunidades que forman parte de la región del Camino Real en el Estado de Campeche, México, diez de ellas se dedican al manejo y cultivo comercial de la ciruela mexicana *Spondias purpurea*, las cuales son: Hampolol, Xcuncheil, Tenabo, Pomuch, Hecelchakan, Santa Cruz, Poc Boc, Bacabchen, Dzitbalché y Calkiní (Figura 6), y de éstas, las mejor representadas por mayor número de productores de ciruela mexicana son: Pomuch (29.4%), Tenabo (19.1%) y Poc Boc (14.7%).

En el Camino Real se cultivan y manejan 15 variedades de ciruela mexicana: Chí abal, Sabak abal, Tuspeña, Campechana, Uaymi, San Juenera, Junturia, Tuspa, Tuspana, Chabelita, Ciruela morada, Campanita, Cenabo, Czulen y San Juan. Las variedades Cuspeña, Cuspana y Chí abal son las más cultivadas para su comercialización, debido a la calidad de los frutos y duración de la fruta en estado maduro (Canul, 2013).



Figura 4. Diversidad de tipos de ciruelas cultivadas en el estado de Morelos y Yucatán (izquierda y derecha respectivamente).

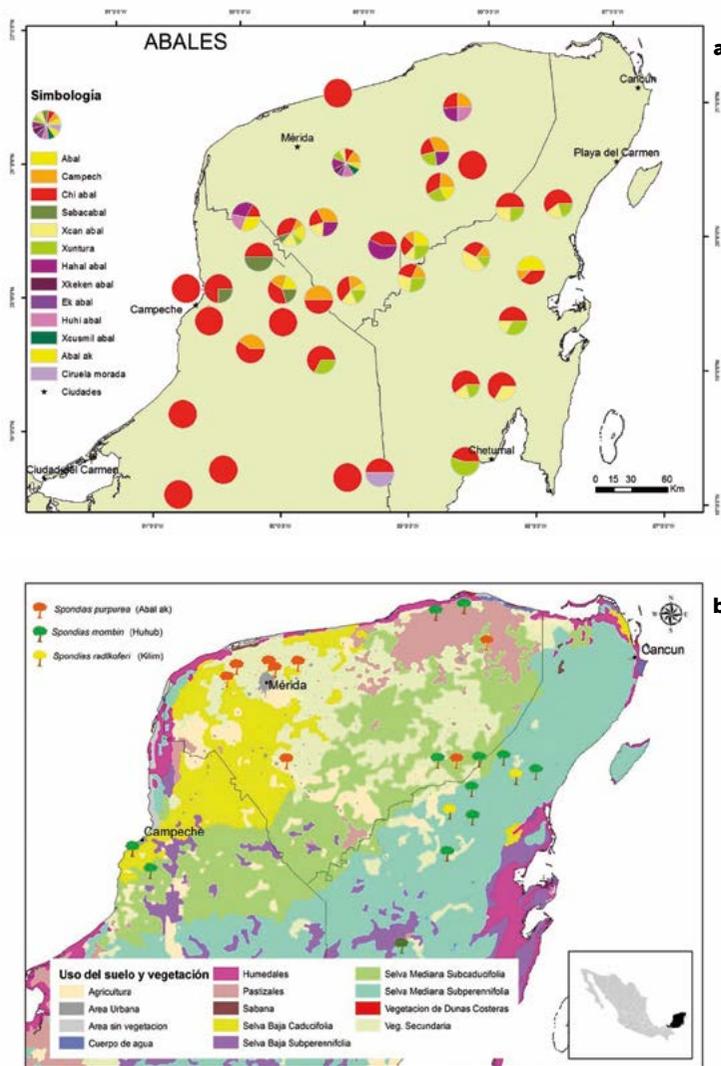


Figura 5. Distribución de a) los tipos de Abales o ciruela mexicana *Spondias purpurea* y b) las poblaciones silvestres de *S. purpurea*, *S. mombin* y *S. radlkoferi* en la península de Yucatán.



Figura 6. Porcentaje de productores por Comunidad donde se cultiva la ciruela mexicana *S. purpurea* (puntos azules).

CONCLUSIONES

En México existe gran diversidad de formas cultivadas de ciruela mexicana albergadas en huertos familiares y que son raras en la selva baja caducifolia, principalmente en la Península de Yucatán. Los tipos de abales reconocidos por los Mayas Yucatecos son patrimonio biocultural, resultado de selección y mantenimiento de tipos polimórficos a partir de dos linajes genéticos. Los tipos de abales conforman cuatro grupos fenotípicamente diferenciados por el tamaño y contenido de azúcar del fruto; así como, por el color. Tanto los tipos de abales como sus parientes silvestres constituyen parte del patrimonio biocultural que se encuentra bajo la custodia del pueblo Maya. La investigación realizada resalta el importante papel de los custodios de este recurso genético y su diversidad biológica.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Alfonso Castillo y Dzul y familias de las comunidades que compartieron su sabiduría y plantas de la ciruela mexicana. Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

LITERATURA CITADA

POPART. 2015. Population Analysis with Reticulate Trees vs 1.0 <http://popart.otago.ac.nz>

Alia-Tejagal I., Astudillo-Maldonado Y.I., Núñez-Colín C.A., Valdez-Aguilar L.A., Bautista-Baños S., García-Vázquez E., Ariza-Flores R., Rivera-Cabrera F. 2012. Caracterización de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) del sur de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35, 21-26.

Avitia-García E. 1997. Diocesismo y fenología en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). *Hort. Mex.* 5(4): 339-343.

Avitia-González E., Castillo A.M., Pimienta-Barrios E. 2003. Ciruela mexicana y otras especies del género *Spondias* L. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 9- 21

Barford A. 1987. Anacardiaceae. En: Harling, G. & Anderson L. (eds.) *Flora of Ecuador*. 3: 9-49.

Canul-Balam C.A. 2013. Manejo de plantaciones de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en el Camino Real, Campeche, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Campeche, 51 pags

Cañizares J. 1984. Las frutas anacardiáceas. La Habana. Ed. Científico Técnica. 96.

Colunga P., May F. 1992. El sistema milpero y sus recursos fitogenéticos. En: D.Zizumbo, C.H. Rasmussen, L. Arias y S.Terán (Eds.). *La modernización de la milpa en Yucatán: utopía o realidad*. CICY-DANIDA. 47-159 pp.

Cremata M. 1999. Plantas melíferas de Cuba. *Rev. Agr. Comercio Trab.* 2(4): 140-152.

Dodson C.H., Gentry A.H. 1978. *Flora of the Rio Palenque Science Center*. Selbyana. 4:1-628.

- Fortuny Fernández N.M. 2013. Centro de origen, domesticación y diversificación de la ciruela mexicana (*Spondias* spp., Anacardiaceae). Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Fuentes F.V.R., Granada M.M., Lemes C.M., Rodríguez C.A. 2001. Estudios fenológicos en plantas medicinales. XII. Est. Exp. Plant. Med. Dr. Juan T. Toig. Rev. Cubana. Plant. Med. (3): 87-92.
- Guerrero R., Manzanilla M., Hernández C., Chacín J., Clamens C. 2011. Caracterización fisicoquímica de frutos ciruelo de huesito (*Spondias purpurea* L.) en el municipio de Mara. Revista Facultad de Agronomía. (LUZ) 27 (Supl. 1):670-676.
- House P.R., Lagos-Witte S., Ochoa L., Torres C., Mejía T., Rivas M. 1995. Plantas medicinales de Honduras. UNAH, CIMN-H. CID/CIIR, and GTZ. Tegucigalpa, Honduras.
- Macía BJM, Barfod AS. 2000. Economic botany of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in Ecuador. Economic Botany 54(4) pp.449-458.
- Martin G.J. 2004. Ethnobotany. A Methods Manual. Earthscan. Londres.RU. 296 pp.
- Matsumoto S. 2014. Apple pollination biology for stable and novel fruit production: Search system for apple cultivar combination showing incompatibility, semicompatibility, and full-Compatibility based on the S-RNase allele satatabase. International Journal of Agronomy 2014: 138271
- Meyer R.S., DuVal A.e., Jensen H.R. 2012. Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. New Phytologist 196: 29–48.
- Miller A.J., Schaal B.A. 2006. Domestication and the distribution of genetic variation in wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). Molecular Ecology 15(6): 1467-1480.
- Pérez-Arias A.G.A., Alia-Tejagal I., Andrade-Rodríguez M., López-Martínez V., Pérez-López A., Ariza-Flores R., Otero-Sánchez M.A., Villarreal-Fuentes J.M. 2008. Características físicas y químicas de ciruelas mexicana (*Spondias purpurea*) en Guerrero. Investigación Agropecuaria 5:141-149.
- Rivero-Manzanilla J.G. 2012. Citogenética de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) ciruela mexicana cultivada en Yucatán. Tesis Licenciatura Biología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. 40 pp
- Rohlf F.J. 1997. NTSYS-PC. Versión 2.02. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System.
- Ruenes M. M. R.; Casas A.; Jiménez O. J. J. y Caballero J. 2010. Etnobotánica de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) en la península de Yucatán. Interciencia. 35: pp. 247-254.
- Rzedowski J., Rzedowski G.C. 1999. Familia Anacardiaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 78. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México. pp. 40-45.

