

NOTA TÉCNICA

Áreas potenciales de distribución de *Spondias mombin* L. en Venezuela mediante análisis espacial SIG

Potential distribution areas of *Spondias mombin* L. in Venezuela through spatial analysis SIG

Marisela del Valle Bravo^{1*}; Francisco F. Herreral¹; Nuria Martín²

¹Centro de Ecología ²Centro de Antropología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Altos de Pipe, Venezuela. *Correo electrónico: mbravo@ivic.gob.ve

RESUMEN

La diversidad agrícola es uno de los elementos determinantes para la soberanía alimentaria de un país. El modelo de producción agroindustrial lleva poco más de 50 años y ha conducido la alimentación hacia un escenario de vulnerabilidad. Cada vez son menos las especies utilizadas para consumo, lo que implica pérdida de información en torno a su manejo, requerimientos y uso. Venezuela cuenta con una amplia variedad de regiones biogeográficas (andina, amazónica, orinoquense y caribeña), así como recursos genéticos y conocimientos aborígenes y campesinos que nos dotan de una amplia diversidad agrícola, potencialmente aprovechable. Sin embargo, la base alimentaria del venezolano, en términos de diversidad, es estrecha y frágil ante cualquier desequilibrio. Por esta razón, es necesario impulsar el uso de especies que se han naturalizado y adaptado a las condiciones biogeográficas del país, que pueden ser una alternativa para diversificar el consumo de alimentos. En este trabajo se propone determinar áreas de potencial distribución de jobo (*Spondias mombin* L.) en Venezuela. Para tal fin, se consideró la caracterización de las áreas donde se ha detectado la especie y seleccionaron áreas potenciales cercanas a la mayor densidad de centros poblados a través de datos georreferenciados en el GBIF y el análisis espacial con el sistema de información geográfica QGIS. Se detectaron en el país 21 estados con áreas potenciales para la recolección o cultivo de la especie. De acuerdo a la cantidad de centros poblados destacan los estados Barinas, Apure, Anzoátegui, Sucre, Guárico, Monagas y Miranda.

Palabras clave: diversidad agrícola, jobo, QGIS, regiones biogeográficas.

ABSTRACT

Agrobiodiversity is one of the key elements for the food sovereignty of a country. Along the last 50 years, the model of agroindustrial production has driven our food-access to a stage of vulnerability. Along this period less species are used for our consumption, which implies the lost of knowledge about its management, requirements and use. Venezuela has a wide variety of biogeographic regions (Andean, Amazon, Orinoquian and Caribbean) and ample genetic resources, besides indigenous and farmers knowledges that give us a broad, potentially profitable agricultural diversity. However the food base of Venezuela, in terms of diversity is narrow and fragile to any crisis. For this reason, it is necessary to promote the use of species that have become naturalized and adapted to our biogeographical conditions that can be an alternative to diversify food consumption. The research aims to determine areas of potential distribution of Jobo (*Spondias mombin* L.) based on the characterization of areas where the species has been detected and selecting potential cultivation regions close to the most densely populated areas in Venezuela, using Qgis software. Twenty-one states with potential areas for the collection or cultivation of the species were detected in the country. However, based on the number of population centers the states of Barinas, Apure, Anzoátegui, Sucre, Guárico, Monagas and Miranda highlights among the most important.

Keywords: agrobiodiversity, Jobo, QGIS, biogeographical regions.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, los sistemas agroalimentarios actuales se desarrollan sobre una base estrecha y de alta vulnerabilidad. Se estima que en los últimos 100 años se ha perdido el 75% de la diversidad fitogenética (FAO, 2001). Venezuela no escapa a esta realidad. El consumo de frutas, básicamente cambur, naranja y patilla, solo aporta 2% de las calorías diarias, mientras que la ingesta de hortalizas contribuye con 1% de los requerimientos calóricos (INN, 2010). La búsqueda de estrategias con miras a diversificar la dieta alimentaria de la población y de esta manera contribuir con la soberanía y seguridad alimentaria es necesaria y pertinente.

Las especies subutilizadas, aunque son parte de la biodiversidad, los consumidores las colocan en el olvido y por ende se descuida su producción. Sin considerar que dichos rubros representan un potencial para mejorar la soberanía alimentaria, que en la mayoría de los casos, solo son aprovechadas a escala local (Padulosi y Hoeschle 2004; Padulosi *et al.* 2011; Bravo *et al.* 2017).

En este sentido, estas especies contribuyen a mejorar la vida de las personas a nivel local, por el aporte de micronutrientes, medicina natural, adaptación a sistemas de bajos insumos, entre otros; favoreciendo la sostenibilidad de este sistema agrícola (Bhag, 1994; Scheldeman *et al.* 2003; Mayes *et al.* 2012).

Estudios recientes demuestran que el jobo (*S. mombin*) es una de las especies subutilizadas y su consumo solo persiste, específicamente en algunas comunidades de Venezuela y México (Arce *et al.* 2017; Bravo *et al.* 2017).

El género *Spondias* posee una amplia distribución en todo el trópico y subtrópico (Kostermans, 1991). El jobo es originario de México, y es uno de los frutos más importantes del género con considerables cualidades desde el punto de vista nutricional, medicinal y agroforestal (Njoku y Akumefula, 2007; Tiburski *et al.* 2011; Arce *et al.* 2017). La amplia diversidad de usos del jobo lo convierte en una especie promisoría con miras a ampliar la oferta, bien sea en las localidades donde está presente o donde podría introducirse como cultivo.

S. mombin es un frutal de tamaño mediano que crece en Venezuela, en condiciones de precipitaciones que van desde los 1.000 a los 2.000 mm, en zonas con temperaturas entre 23 y 28° C, y en una amplia variedad de suelos que incluyen principalmente Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles, con pH entre 5.0 y 7.0 (Francis, 1992).

En Venezuela son pocos los estudios que se han llevado a cabo con relación al manejo y los requerimientos del jobo. En este sentido, un mapa de distribución potencial del rubro, que incluye aspectos claves como la temperatura y precipitación, altitud y tipos de vegetación asociadas a la especie podría arrojar información sobre los requerimientos de este frutal. Con base a dichos datos establecer una aproximación a las áreas posibles para el cultivo y manejo de la especie, o para aprovechar la presencia de árboles en algunas comunidades. Considerar la cercanía a centros poblados también es de importancia para garantizar el acceso y medir el impacto del establecimiento de planes de manejo de la especie que influyan en la soberanía local.

Una alternativa de aproximación para el establecimiento de nuevos espacios para la producción del jobo son los sistemas de información geográfica (SIG). Los SIG son una herramienta que permite el uso de datos u objetos georeferenciados, en la generación de información útil para la planificación y gestión de toma de decisiones (Moreira, 1996).

Este sistema es útil para detectar espacios que reúnan las características requeridas para el desarrollo de cualquier actividad, tales como áreas con potencial para un cultivo determinado (Muñoz *et al.* 2011; Martínez *et al.* 2011). El uso del SIG como herramienta metodológica para la detección de áreas potenciales ha sido ampliamente reportado (Alcantar *et al.* 1999; Ceballo *et al.* 2010; Martínez y Prieto, 2011; Muñoz *et al.* 2011; Dzendoletas, 2015), con información útil en la toma de decisiones para el establecimiento de cultivos.

En este trabajo se propone determinar áreas potenciales de distribución de jobo en Venezuela, a través de SIG, de acuerdo a la caracterización de áreas donde se ha detectado la especie; así como, seleccionar áreas potenciales cercanas a centros poblados y determinar los estados donde

el uso de la especie tendría un mayor impacto en función del número de centros poblados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos espaciales de *S. mombin* L.

Se utilizaron datos georeferenciados de la especie en estudio disponibles en el portal de Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2014). Solo se consideraron los datos con información espacial restringidos al área del territorio venezolano. Estos datos una vez descargados se transformaron en un archivo.txt para posteriormente ser utilizados en el software libre QGIS versión 2.2 Valmiera (QGIS, 2014).

Mapas

Se utilizaron mapas de vegetación de Venezuela y un modelo digitalizado de elevación (DEM por sus siglas en inglés). El DEM es un modelo de elevación de Venezuela y sus alrededores

en formato ráster, con una resolución espacial horizontal de 30 segundos y la altura en metros (Rodríguez *et al.* 2005).

El mapa de vegetación del país corresponde al elaborado por Huber y Alarcón (1988) a una escala 1:2000000. También se usaron mapas de temperatura promedio anual y precipitación promedio anual, de una serie de 50 años desde el 1950 hasta el 2000, con una resolución espacial de 1 km (Hijmans *et al.* 2005). Los mapas de división político territorial por Estado y Municipio fueron concedidos por el Centro de Antropología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

Los mapas empleados en el análisis espacial de *S. mombin*, se seleccionaron de acuerdo a los requerimientos de la especie y la disponibilidad de información georeferenciada. La base de datos del GBIF arrojó 35 puntos de distribución de *S. mombin* en Venezuela (Figura 1).

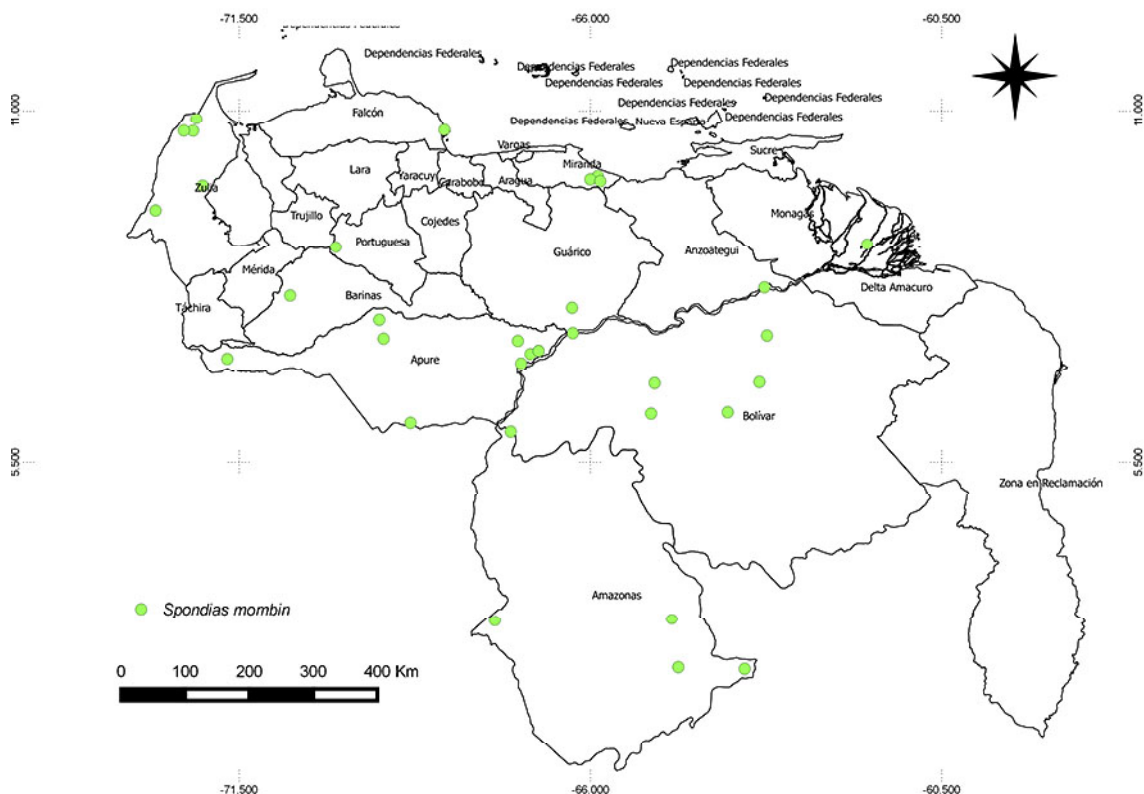


Figura 1. Mapa de distribución de *Spondias mombin* L. en Venezuela. Fuente: GBIF, 2014.

Con relación a la cercanía a centros poblados, se incorporó esta información al análisis, por considerar que la distancia a la ciudad/poblado juega un papel fundamental en el aprovechamiento de los recursos, lo cual favorece el consumo de alimentos locales.

Para el análisis se utilizó el método de superposición de capas, considerando que la resolución de los mapas empleados era la misma (Burrough y Mc Donnell, 1998).

Análisis vectorial y ráster

Para caracterizar el área de distribución del jobo se utilizó el mapa de vegetación y se hizo uso de los mapas en formato ráster de temperatura, precipitación y altitud (este último generado a partir del DEM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las áreas donde se presenta la especie *S. mombin* L.

Tipo de vegetación

En el área asociada a la presencia del jobo se detectaron siete tipos de vegetación (Figura 2) en 11 estados del país. Sin embargo, para la caracterización solo se seleccionaron los tipos de vegetación que agruparon a más del 50% de los individuos. El 26 y 29% de los individuos georeferenciados se encontraron en áreas con

tipo de vegetación de bosque ribereño y bosque siempre verde, respectivamente. El resto de los individuos se encontraron en bosques semidecuidos (14%), áreas intervenidas (11%), bosques deciduos (9%), sabanas y herbazales (9%) y vegetación de litoral (3%).

La presencia de jobo en bosques ribereños y siempre verdes sugiere que la especie tiene preferencias por zonas cercanas a ríos. Estos resultados coinciden con Francis (1992) quien señala que, aunque el jobo crece a menudo en bancos de ríos.

Clima y elevación

En cuanto a la temperatura, el promedio observado fue de 26,9°C con valores máximos y mínimos entre 28 y 23°C (Cuadro 1), lo que coincide con lo reportado por Francis (1992), Miller y Knouft (2006) y Ramírez *et al.* (2008). Con relación a la precipitación se observaron valores máximos y mínimos entre 3058 y 970 mm, respectivamente; esto pudiera indicar que la especie se adapta a zonas con alta humedad, aunque Francis (1992) también señala que parte del área de distribución del jobo en el país presenta periodos de sequía de 1-5 meses. Estos resultados sugieren un alto grado de plasticidad de la especie en términos de los regímenes térmico e hídrico.

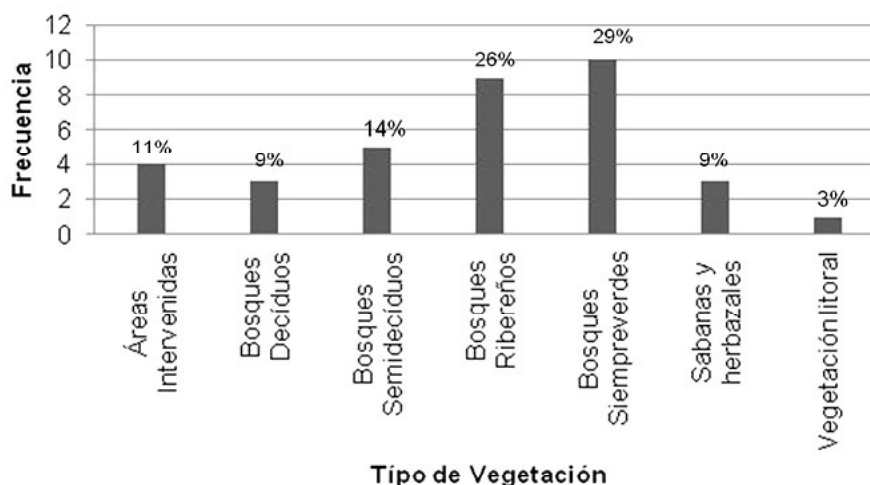


Figura 2. Tipos de vegetación asociados a *S. mombin* en Venezuela ($N=35$). Según clasificación propuesta por Huber y Alarcón (1988).

La consideración de la variabilidad climática temporal y espacial es necesaria para el establecimiento de espacios de producción agrícola y la organización de labores tales como momento de siembra, cosecha, transporte, entre otros (Martelo, 2003). Para el aprovechamiento del jobo como alternativa de producción para consumo, es preciso tomar en cuenta la variabilidad climática de cada área potencial. Es necesario que en cada región se proponga un calendario que considere la fenología de la especie y la época de lluvias y de esta forma garantiza la explotación óptima de la especie.

Con base a los reportes de observación de *S. mombin*, es importante destacar que se encuentra en un amplio rango altitudinal, entre 1 y 785 msnm, que indica una alta dispersión de los datos observados para la elevación en comparación con la temperatura y precipitación, tal como lo indican los coeficientes de variación: 0,92; 0,38 y 0,29, respectivamente (Cuadro 1).

Miller y Knouft (2006) también observaron individuos de *S. mombin*, tanto silvestres como cultivados, dentro de este rango altitudinal. Estos resultados permiten suponer que la altitud no es una variable determinante para el crecimiento; por el contrario, la especie se puede adaptar a diferentes pisos altitudinales.

Selección de áreas potenciales cercanas a los centros poblados

La selección última del área potencial (Figura 3) se realizó con un buffer de aproximación de

60 km alrededor de los centros poblados, con relación al área potencial. Al respecto, si se considera al jobo como un cultivo promisorio para favorecer el intercambio en mercados locales, es necesario que esté cercano a los centros poblados.

De acuerdo con el criterio de selección de cercanías a centros poblados, se detectaron 21 estados con áreas potenciales para el cultivo de jobo (Figura 3). Entre los estados con áreas potenciales de *S. mombin* y con mayor cantidad de centros poblados destacan: Barinas (834), Apure (793), Anzoátegui (658), Miranda (513) y Guárico (408). Estos podrían ser considerados como posibles centros de producción y recolección de frutos para ser incorporados dentro de cadenas de distribución y aprovechamiento local, de esta forma contribuir a la economía de esa localidad o diversificar el consumo de frutas.

Los SIG permiten superponer y combinar estratos temáticos diferentes, que juegan así un papel importante en la generación de alternativas en la planificación del territorio. Para la adecuación a la complejidad del territorio es necesario integrar la información arrojada por los SIG a otras técnicas complejas como los sistemas de evaluación multicriterio y hacer una valoración cuantitativa de las alternativas disponibles (Bosque y García, 2000). Aún así, el uso de SIG como primer acercamiento para la planificación es válido, ampliamente utilizado y es la base para el análisis y evaluación territorial (Galacho y Ocaña, 2006).

Cuadro 1. Resumen de parámetros estadísticos para las variables de temperatura promedio anual, precipitación y altitud observadas para el jobo (*S. mombin* L.) en Venezuela.

Parámetro	Temperatura promedio anual (°C)	Precipitación (mm)	Altitud (m.s.n.m)
Media	26,9	1760,8	204
Desviación estándar	1,05	517,9	192,02
Mínimo	23	970	1
Máximo	28	3058	785
N	35	35	35
Coefficiente de variación	0,38	0,29	0,92

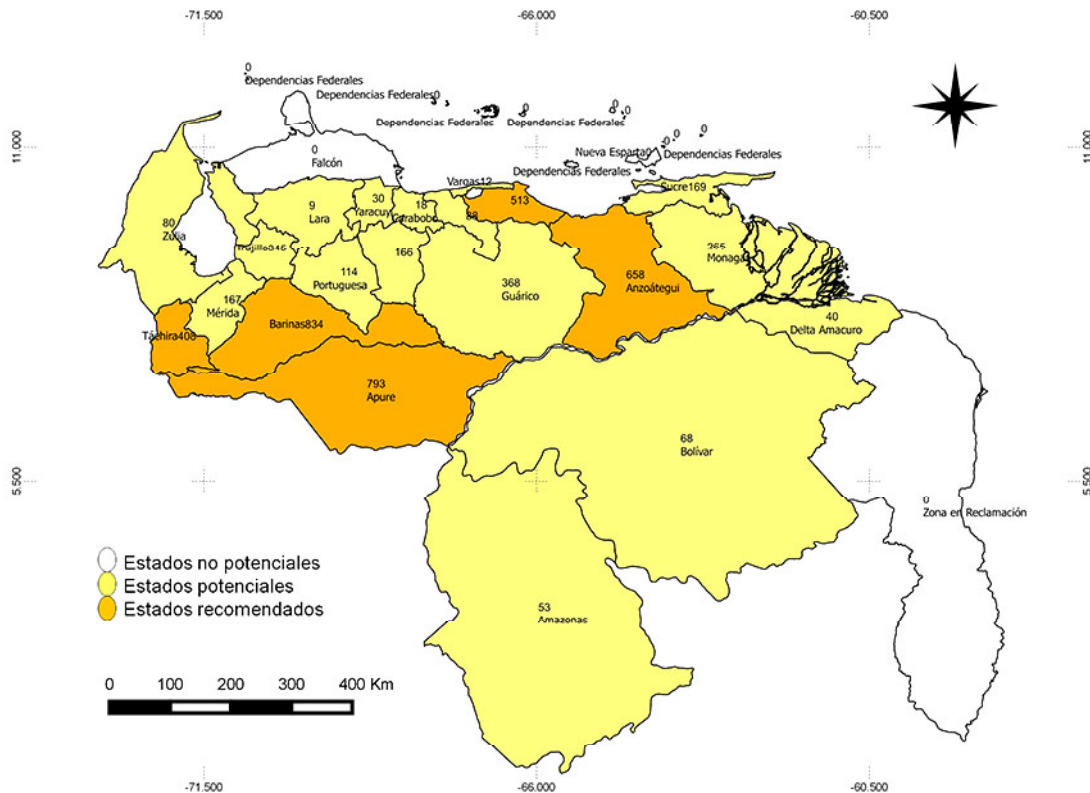


Figura 3. Áreas potenciales en función del número de centros poblados en Venezuela.

Además, Bosque y García (2000) señalan que el uso más común de los SIG es la selección de lugares para situar actividades humanas. En este sentido, el análisis de componentes biológicos, climáticos y sociales (cercanía a centros poblados) propuestos en este trabajo a través de SIG permitió un primer acercamiento a áreas con características deseables para el aprovechamiento del jobo como especie alternativa de consumo. Estos resultados constituyen así un aporte al fortalecimiento de economías locales y de la soberanía alimentaria.

CONCLUSIONES

La cercanía a los centros poblados es determinante para estimular en las comunidades el aprovechamiento de esta especie, favorece el consumo de alimentos locales y la diversificación de la economía.

Los llanos centrales, orientales y occidentales presentan el mayor número de centros poblados cercanos a las áreas potenciales para el aprovechamiento de la especie *S. mombin*.

En estas áreas destacan los estados Barinas, Apure, Anzoátegui, Miranda y Guárico.

El análisis espacial a través de SIG como herramienta metodológica permitió la zonificación de la especie en estudio bajo los criterios seleccionados, constituyéndose así en una aproximación útil, cuando se disponen pocos datos de campo georeferenciados.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Grisel Velásquez (Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)) y la Licenciada María Fernanda Puerto, estudiante de postgrado del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), por su valiosa asesoría en el uso de Qgis y SIG.

LITERATURA CITADA

Alcántar, JJ; Anguiano, J; Coria, VM; Hernández, G; Ruiz, JA. 1999. Áreas potenciales para

- el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) CV. Hass en el estado de Michoacán, México. *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 5:151-154.
- Arce, AR; Monterroso, AI; Gómez, JD; Cruz, A. 2017. Mexican plums (*Spondias* spp.): their current distribution and potential distribution under climate change scenarios for Mexico. *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 23(1):5-19.
- Bhag, M. 1994. Underutilized grain legumes and pseudocereals. Their potentials in Asia. Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Bangkok, Thailand. 162 p.
- Bosque, J; García, R. 2000. El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 20:49-67.
- Bravo, M; Arteaga, MI; Herrera, F. 2017. Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 16(4):347-360.
- Burrough, PA; McDonnell, R. 1998. Principles of Geographic Information Systems. Oxford, University Press. 33 p.
- Ceballos, AP; López, J. 2010. Delimitación de áreas adecuadas para cultivos de alternativa: una evaluación Multicriterio-SIG. *Terra latinoamericana* 28:109-118.
- Dzendoletas, MA. 2015. Determinación y análisis de áreas de potencial conflicto en el uso del suelo en el ejido municipal de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Patagonia, Argentina, utilizando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Memoria XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica, Parte II. *Revista Ciencias Espaciales (Otoño)* 8(2):227-242.
- FAO (Food and Agricultural Organization). 2001. Tratado sobre los recursos fitogenéticos (en línea). Consultado 20 jul. 2013. Disponible en prensa FAO en: http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSspa/2001/prsp0181.htm
- Francis, JK. 1992. *Spondias mombin* L. Hogplum. SO-ITF-SM-51. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- Galacho, FB; Ocaña, C. (2006). "Tratamiento con SIG y técnicas de evaluación multicriterio de la capacidad de acogida del territorio para usos urbanísticos: residenciales y comerciales". En XII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, 19- 22 de septiembre, Granada. 1509-1525 p.
- Hijmans, RJ; Cameron, SE; Parra, JL; Jones, PG; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* (en línea). 25: 1965-1978. Consultado 20 jul. 2013, Disponible en: www.worldclim.org/bioclim
- Huber, O; Alarcón, C. 1988. Mapa de vegetación de Venezuela. 1: 2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2014. Consultado 18 jul. 2014. Disponible en: www.gbif.org.
- INN (Instituto Nacional de Nutrición). 2010. Hoja de balance de alimentos 2010. República Bolivariana de Venezuela (en línea). Ministerio del poder popular para la alimentación. Caracas Venezuela. Consultado 18 jul. 2014. Disponible en línea: <http://www.inn.gob.ve/pdf/sisvan/hba2010.pdf>
- Kostermans, AJ. 1991. Kedondong, Ambarella, and Amra: The *Spondiaceae* (*Anacardiaceae*) in Asia and the Pacific Area. Herbarium Bogoriense. Bogor, Indonesia. 100 p.
- Martínez, SM; Prieto, JA. 201. Determinación de áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en el norte de México. INIFAP. Folleto técnico número 47. Durango, Dgo., México. 35 p.

- Martelo, MT. 2003. La precipitación en Venezuela y su relación con el Sistema Climático. Venezuela: Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología, Dirección General de Cuencas Hidrográficas del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Caracas, Venezuela. 72 p.
- Mayes, S; Massawe, FJ; Alderson, PG; Roberts, JA; Azam-Ali, SN; Hermann M. 2012. The potential for underutilized crops to improve security of food production. *Journal of Experimental Botany* 63:1075-1079.
- Miller, A; Knouft, J. 2006. Gis-based characterization of the geographic distributions of wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *American Journal of Botany* 93:1757-1767.
- Moreira, A. 1996. Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ambiente y desarrollo: Volumen XII- N° 2*, p. 80 - 86.
- Muñoz F, HJ; Sáenz R, JT; García S, JJ; Hernández M, E; Anguiano C, J. 2011. Áreas potenciales para establecer plantaciones forestales comerciales de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus greggii* Engelm. en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forrestales* 2(5):29-44.
- Njoku, PC; Akumefula, MI. 2007. Phytochemical and nutrient evaluation of *Spondias mombin* Leaves. *Pakistan Journal of Nutrition* 6(6):613-615.
- Padulosi, S; Hoeschle, I. 2004. Underutilised plant species: What are they?. *LEISA* 20(1):5-6.
- Padulosi, S; Heywood, V; Hunter, D; Jarvis, A. 2011. Underutilized species and climate change: current status and outlook. En: Yadav SS, Redden RJ, Hatfield JL, Lotze-Campen H, Hall AE, eds. *Crop adaptation to climate change*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell:507-521.
- QGIS Development Team. 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Consultado 18 jul. 2014 Disponible <http://qgis.osgeo.org>
- Ramírez, BC; Pimienta, E; Castellanos, J; Muñoz, A; Palomino, G. 2008. Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista de Biología Tropical* 56(2):675-687.
- Rodríguez, JP; Zambrano, S; Lazo, R; Oliveira, MA; Solórzano, LA; Rojas, F. 2005. *Fronteras* (en línea). 1^{era} edición. Caracas, Venezuela. Consultado 18 jul. 2014 Disponible www.ecosig.org.ve.
- Scheldeman, X; Rojas, W; Valdivia, R; Peralta, E; Padulosi, S. 2003. Retos y posibilidades del uso de especies olvidadas y subutilizadas en un desarrollo sostenible. En: *Memorias del XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos*, Cochabamba, Bolivia. p. 8.
- Tiburski, JH; Rosenthal, A; Deliza, RR; Godoy, LO; Pacheco, S. 2011. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondia mombin* L.) pulp. *Food Research International* 44:2326-2331.