

ÁREAS POTENCIALES PARA COLECTAS DEL GÉNERO *Vasconcellea* BADILLO EN VENEZUELA

Dilia Rodríguez¹, Carlos Marín², Hernando Quecan¹ y Rafael Ortiz¹

RESUMEN

En Venezuela, dentro de la familia Caricaceae, se han reportado las especies silvestres *Vasconcellea cundinamarcensis* Badillo, *V. cauliflora* (Jacq.) A. DC., *V. microcarpa* subsp *microcarpa* (Jacq.) A DC. y *V. microcarpa* subsp *pilifera* (V. M. Badillo) V. M. Badillo (endémica de los andes en los estados Mérida y Lara). La especie *V. cundinamarcensis* representa un material promisorio de importancia comercial local en los estados andinos y *V. cauliflora* está señalada como un material resistente a virus, con gran potencial para usos en mejoramiento. El presente trabajo fue elaborado para determinar las áreas geográficas potenciales para colectas de las especies de este género. Con datos recopilados tanto de herbarios como de nuevos puntos de colectas realizadas en el país se elaboró una base de datos que posteriormente fue analizada utilizando el programa FloraMap v 1.1, 2001. Los resultados permitieron observar que las especies *V. cauliflora* y *V. microcarpa* tienen probablemente una amplia distribución en el país, mientras que la especie *V. cundinamarcensis* estaría limitada a la región alta andina.

Palabras clave adicionales: Sistemas de información geográfica, SIG, programa FloraMap, Caricaceae

ABSTRACT

Potential areas for collecting the *Vasconcellea* Badillo genus in Venezuela

In Venezuela the following wild species of Caricaceae have been reported: *V. cundinamarcensis* Badillo, *V. cauliflora* (Jacq.) A. DC., *V. microcarpa* subsp *microcarpa* (Jacq.) A. DC and *V. microcarpa* subsp *pilifera* (V.M. Badillo) V.M. Badillo (endemic of the Andean of Mérida and Lara States). *V. cundinamarcensis* represents a promissory material with local commercial importance in the Andean states while *V. cauliflora* has been indicated as a resistant to virus material, with great potential for plant breeding. The objective of this paper was to determine potential areas for collects of these species. With information compiled from herbarium and from new collects realized in the country, a database was elaborated, and later they were analyzed using the software FloraMap v. 1.1 2001. The results showed that the species *V. cauliflora* and *V. microcarpa* probably have a wide distribution in the country, whereas *V. cundinamarcensis* would be limited to the high Andean region.

Additional key words: Geographic information system, GIS, FloraMap software, Caricaceae

INTRODUCCIÓN

En Venezuela se encuentran reportadas cuatro especies silvestres del género *Vasconcellea*, perteneciente a la familia Caricaceae: *Vasconcellea cundinamarcensis* Badillo, *Vasconcellea microcarpa* subesp *pilifera* (V.M. Badillo) V.M. Badillo (papayas de altura), *Vasconcellea cauliflora* (Jacq.) A. DC. y *Vasconcellea microcarpa* subesp *microcarpa* (Jacq.) A DC. (de altitudes más bajas) (Badillo, 1967; 1971; 1993; 2000). Este género está compuesto por 21 especies incluyendo la

recientemente descrita *Vasconcellea palandensis*, (Badillo et al., 2000). Este género se encuentra ampliamente distribuido en la región andina y sus adyacencias, a excepción de *V. cauliflora* que alcanza hasta México. El potencial de las papayas de altura ha sido clasificado en los siguientes tres grupos (NRC, 1989): 1) para empleo directo como frutas comestibles, aromáticas y de alta calidad; 2) como una fuente de papaína, enzima proteolítica usada en industrias farmacéuticas, cerveceras y otros, y 3) como material genético para mejoramiento de la papaya (aprovechamiento de genes de resistencia existentes).

Recibido: Marzo 31, 2005

Aceptado: Junio 21, 2005

¹ Centro Nacional de Conservación de los Recursos Genéticos ONDB/MARNR. Apdo. 4661. Maracay. Venezuela. email: dirodriguez@marn.gob.ve; hquecan@marn.gob.ve; rortiz@marn.gob.ve

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA-CENIAP. Maracay. Venezuela. email: cmarin@inia.gov.ve

Los sistemas de información geográficos (SIG) son instrumentos basados en datos de colección o herbario georeferenciados, y generalmente son reconocidos por ser capaces de generar resultados valiosos en estudios de diversidad (Guarino et al., 2002). Los SIG permiten una visión más clara sobre la distribución de un taxa específico y puntos conflictivos de diversidad (Hijmans y Spooner, 2001), sobre el origen evolutivo (Jarvis et al., 2002), en definir estrategias y huecos de colección (Jones et al., 1997; Greene et al., 1999a; 1999b), identificar áreas potenciales para colectas, predicción de adaptación climática en otras áreas y comparación de adaptaciones climáticas (Berger et al., 2003) y sobre ordenación y definición de áreas de conservación (Jarvis et al., 2003).

A través del uso de mapas ambientales en los sistemas de información geográfica (SIG) es posible la estimación de las condiciones ambientales de los sitios de colecta. Esta metodología puede ser considerada como un nuevo tipo de caracterización, adicional a los tipos tradicionales para la evaluación de germoplasma (Steiner y Greene, 1996). Más recientemente se han utilizado los programas de SIG desarrollados específicamente para llevar a cabo estudios sobre recursos genéticos tales como el FloraMap (Jones y Gladkov, 1999) y DIVA-SIG (Hijmans et al., 2001). Peeters y Williams (1984) y Guarino et al. (2002) describieron el uso de los SIG en las actividades de conservación y el uso de los recursos genéticos. El FloraMap, en particular, es un programa SIG desarrollado por el Laboratorio GIS del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) principalmente para la predicción de áreas de distribución de organismos en el hábitat natural, cuando se conoce poco o nada de la ecología de la especie.

Recientemente, en un proyecto de aprovechamiento de los recursos genéticos de las papayas en el país se colectó, caracterizó y conservó especies silvestres de este género. Así mismo, el Centro Nacional de Conservación de los Recursos Genéticos (CNCRG), de Venezuela, recopiló información en los principales herbarios del país, estableció una base de datos y colectó materiales especialmente en la región centro-occidental del país en donde se ha venido conformando un banco de papayas de piso alto en

la Estación Experimental Bajo Seco en la Colonia Tovar y una réplica en una finca del sector Los Naranjos, ambas en el estado Aragua. Con el propósito de proseguir en la búsqueda de especies silvestres en Venezuela, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y el CNCRG han venido utilizando el programa SIG denominado FloraMap, para programar posibles colectas. El objetivo de este trabajo fue determinar áreas potenciales para posibles colectas, así como definir patrones de adaptación climática de las especies del género *Vasconcellea* en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión documental en los principales herbarios del país: Herbario de la Facultad de Agronomía “Víctor Manuel Badillo” UCV- Maracay, estado Aragua (MY); Herbario Nacional de Venezuela, Jardín Botánico de Caracas (VEN); Herbario Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora Guanare (PORT); Herbario Fundación La Salle, Caracas (CAR); Herbario Facultad de Farmacia Víctor Ovalles, UCV, Caracas (MYF) y Herbario de la Universidad de Oriente, Maturín (UOJ).

Posteriormente, se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Excel, con las siguientes variables: latitud y longitud (en sistema decimal), y altitud, para un total de 78 puntos, de los cuales 30 puntos fueron de colectas realizadas hacia la región centro-occidental y oriental del país y el resto en los herbarios. El número de datos para las diferentes especies fue de 24 para *Vasconcellea cundinamarcensis*, 26 para *Vasconcellea microcarpa* y 28 para *Vasconcellea cauliflora*. Para validar y corregir los puntos de colecta localizados en el país se utilizaron mapas a escala 1:50.000 (mapa político de Venezuela), 1:25.000 (mapa político de los estados) y el diccionario electrónico enciclopédico Encarta 2003.

Posteriormente, los datos fueron exportados en formato Dbase IV (*.dbf) para ser analizados con el sistema de información geográfica FloraMap v. 1.1 (Jones y Gladkov, 2001).

Este programa asume que el clima en los puntos de observación y/o la colección de una especie es representativa de la gama ambiental del organismo, y es usado como referencia para la

calibración y generación de un modelo, el cual es utilizado para evaluar la probabilidad de otros sitios que son convenientes para la especie (Jones y Gladkov, 1999).

FloraMap usa una rejilla de 10 minutos geográficos (correspondiente a 18 km en el ecuador). Las rejillas son estimadas a partir de la interpolación de 10.000 estaciones meteorológicas ubicadas en Latinoamérica. El programa utiliza un algoritmo basado en el cuadrado inverso de la distancia entre las cinco estaciones más cercanas y el punto interpolado. Se utilizan 36 variables climáticas, 12 promedios mensuales para temperatura, precipitación, e intervalo de temperatura diurna. La temperatura es estandarizada con la elevación que usa el NOAA TGP-006 (NOAA, 1984), un modelo de elevación digital (el DEM) y un modelo de tasa de lapso. La precipitación y el intervalo de temperatura diurna permanecen independientes de la altitud (Jones, 1991).

Con los datos de colecta y las 36 variables climáticas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) utilizando el mismo programa para determinar las relaciones entre la variación climática y las variaciones en la distribución geográfica de las especies del género *Vasconcellea*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los resultados generados por el ACP se logró explicar la variación total en un 90%, empleando cuatro componentes principales.

En la Figura 1 se observa en forma general la distribución posible del género *Vasconcellea* en Venezuela. Los sitios de colección, representados por los pequeños círculos oscuros, permiten observar que la mayoría de las colectas señaladas en los herbarios y las realizadas por el CNCRG, están enfocados hacia la región centrooccidental del país. El incremento de la tonalidad del gris en la figura muestra una alta probabilidad de coleccionar materiales de papayas silvestres hacia la región oriental, la cual debe ser altamente considerada en futuras rutas de colectas. Una evidencia de esto es la reciente colección de la especie *Vasconcellea cauliflora* en el Parque Nacional "El Guacharo", en Caripe, estado

Monagas, la cual también se encuentra en los registros del herbario de la Universidad de Oriente. Lárez et al. (2001) y Lárez (2003) señalaron las especies *Vasconcellea cauliflora* (Jacq.) A.DC. y *Vasconcellea microcarpa* (Jacq.) Willd. Ex Schult en este Parque Nacional. La ausencia de mayor cantidad de reportes de *Vasconcellea* para este sector oriental probablemente obedece a la falta de prospecciones y colectas en esta región.

V. cundinamarcensis está limitada a los subpáramos y cercanías en la región andina (estados Táchira, Mérida y Trujillo) con altitudes entre los 1900-2800 msnm. En la Figura 2 se puede observar que existe una alta probabilidad de encontrar esta especie en la parte alta del estado Barinas y al sur del estado Mérida, tal como lo sugiere la tonalidad más intensa.

Tanto las colecciones de campo como los registros de herbario señalan que *V. cundinamarcensis* tiene una distribución estrictamente en la zona andina. Rodríguez et al. (2005), mediante la utilización del programa FloraMap, determinaron que los sitios para colecta de esta especie están ubicados dentro de dos grupos climáticos con altitudes promedios de 2235 a 2327 msnm. La ausencia de la especie en otras regiones del país, ya mencionadas, pudiera obedecer a la influencia de otros factores no considerados en el presente trabajo como la intervención antrópica (caso típico de la Colonia Tovar). Las referencias en cuanto a la distribución para el resto de los países de América del sur coinciden en su presencia sólo para la cordillera andina (Hoyos, 1989; Prevecab, 1990; Badillo, 1993).

Se puede observar que *Vasconcellea cauliflora*, tiene una amplia distribución geográfica, que va desde la parte centrooccidental hasta la parte nororiental del país (Figura 3). Según Badillo (1993) esta especie es propia de la selvas húmedas y de transición (0-1200 msnm). Sus áreas potenciales con mayor probabilidad para colecta están ubicadas en la región centro-occidental y norte costera (norte del estado Aragua, centro-oeste del estado Lara, norte de los estados Portuguesa y Miranda), la parte oriental que abarca los estados Sucre y norte de Monagas. Esto coincide con Lárez

(2003) sobre los inventarios florísticos en los estados Monagas y Sucre, en relación a esta especie. También es importante señalar una parte de la Cuenca del Río Unare y parte de la zona montañosa oriental (Figura 3).

La especie *V. microcarpa* en general tiene una amplia distribución que abarca la región andina, la región centro norte costera y la parte norte del estado Bolívar (Figura 4). La especie *V. microcarpa* subsp *pilifera* (1500-2300 msnm) se enmarcó como una zona potencial en la región centro-occidental (estados Mérida y Lara), hasta la zona limítrofe con Colombia. Badillo (1993) señala que esta especie es propia de bosques subtropicales

húmedos (1200-2400 msnm) en donde afirma su incidencia en los estados Lara y Mérida; mientras que la especie *V. microcarpa* subsp *microcarpa* (500-1200 msnm), abarca los estados Aragua, Carabobo, Guárico, Miranda (ya reportada por Badillo, 1993).

Es importante señalar que esta especie ha sido reportada hacia la zona oriental del país por Rodríguez (2000) y Lárez (2003). Esta zona se observa como un área potencial importante con mayor reseña ($P > 0,849$), principalmente para ser colectada al norte del estado Monagas, en la región norte del estado Bolívar circundante al río Orinoco y al sur en Santa Elena de Uairen.

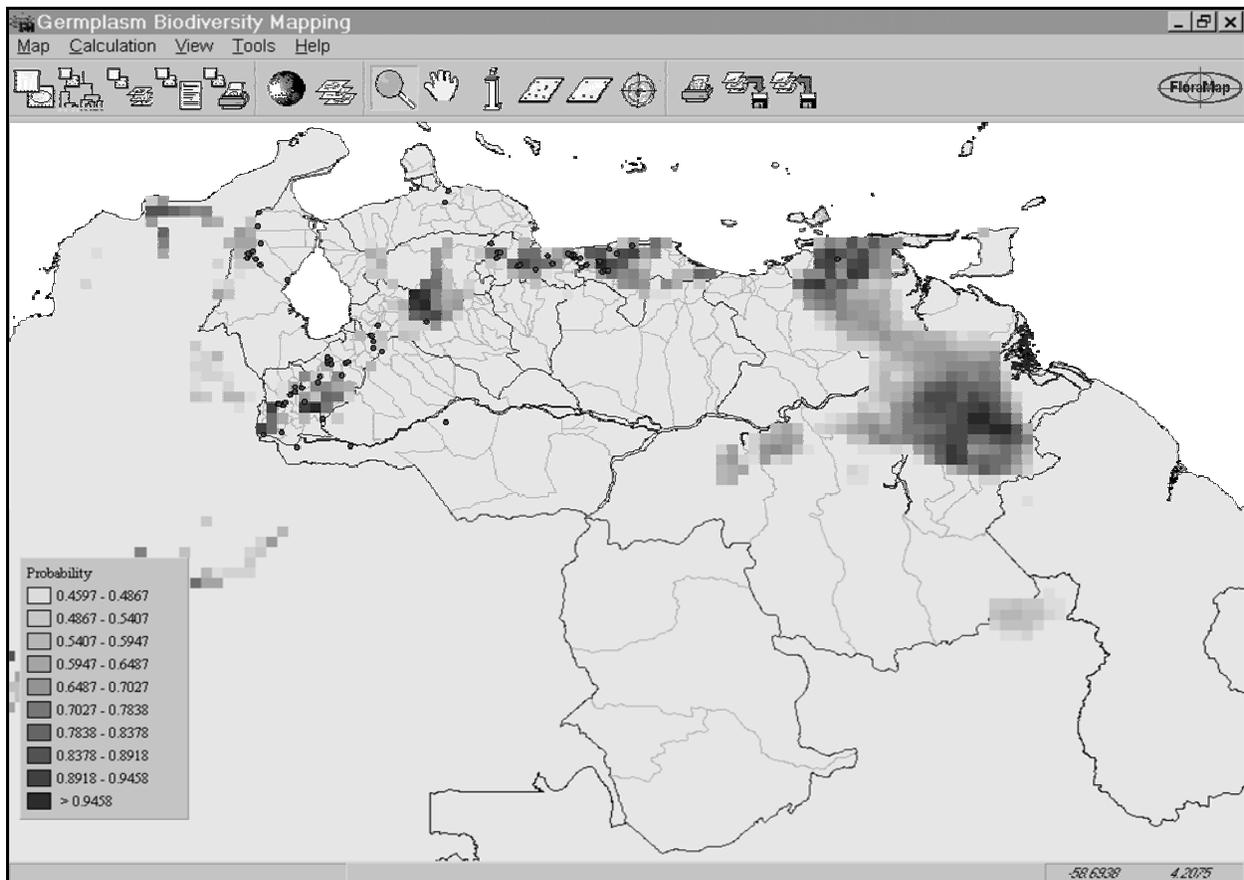


Figura 1. Probabilidad de distribución del género *Vasconcellea* en Venezuela

Según análisis realizados por Rodríguez et al. (2005) los sitios para colecta de la especie *V. microcarpa* subsp. *microcarpa* están enmarcados dentro de tres grupos climáticos, con altitudes

promedios de 350 hasta 1028 msnm, mientras que *V. microcarpa* subsp. *pilifera* solamente estaría dentro de un grupo climático con altitudes promedio de 1028 msnm.

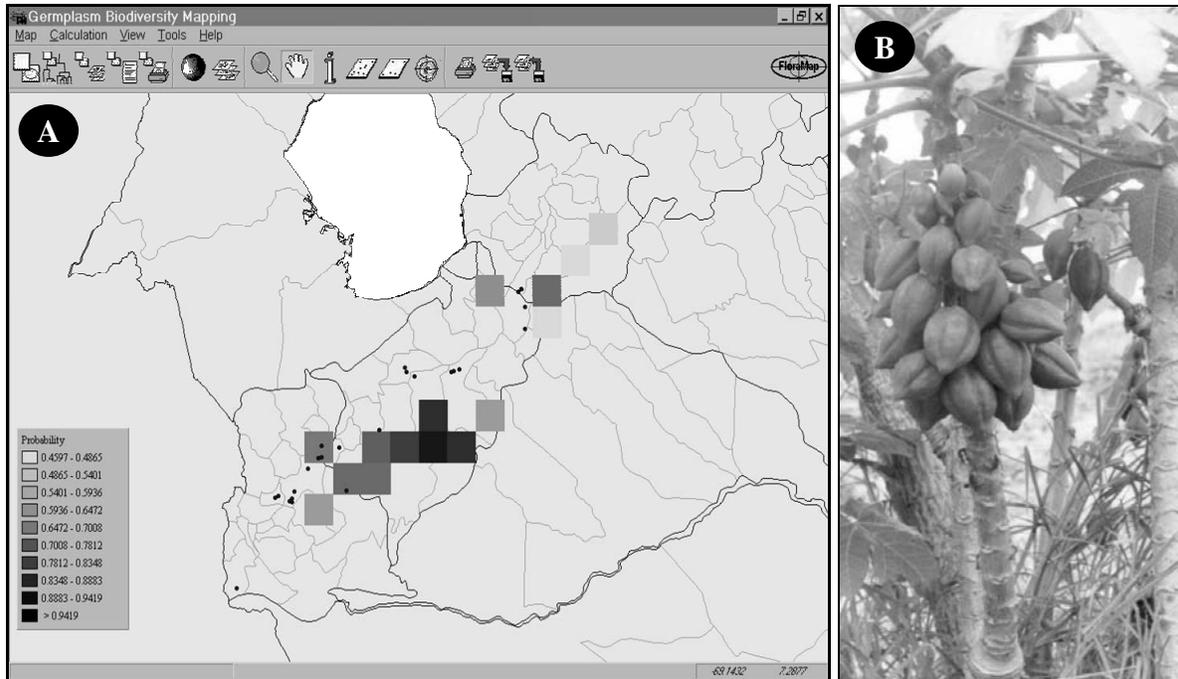


Figura 2. Áreas potenciales para colecta de la especie *Vasconcellea cundinamarcensis* en Venezuela. (La fotografía muestra la parte occidental del país) (A). Fruto típico de la especie (B)

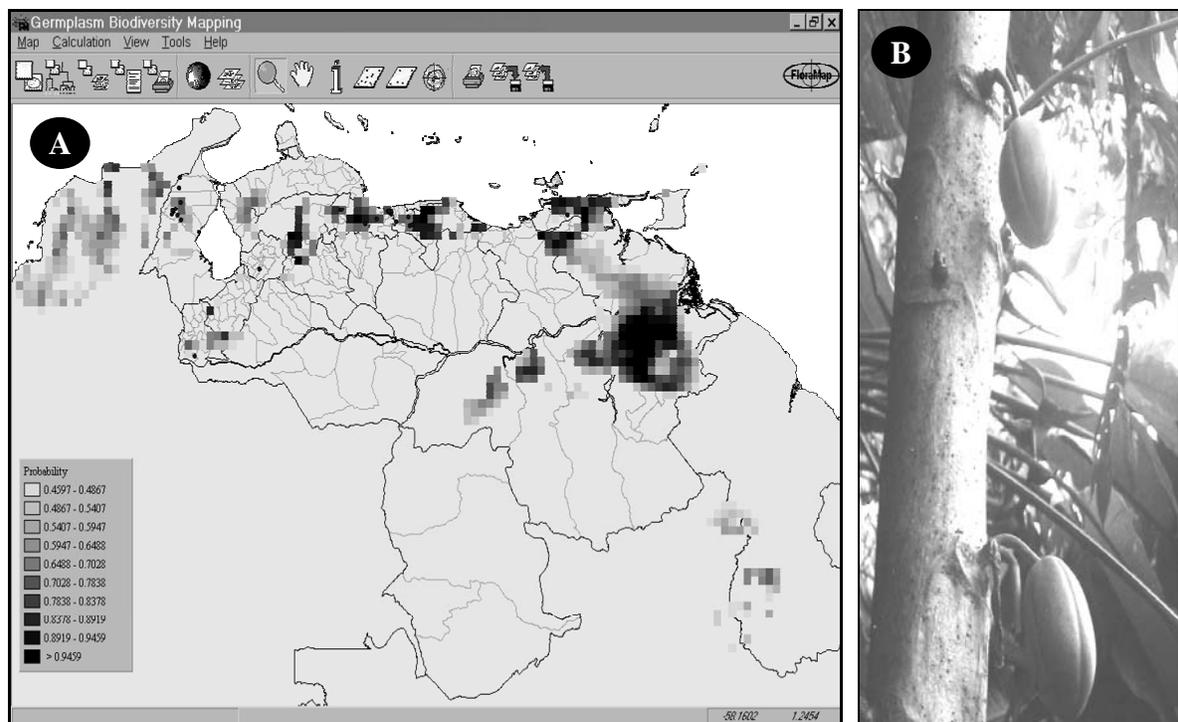


Figura 3. Áreas potenciales para colecta de la especie *Vasconcellea cauliflora* en Venezuela (A). Fruto típico de la especie (B).

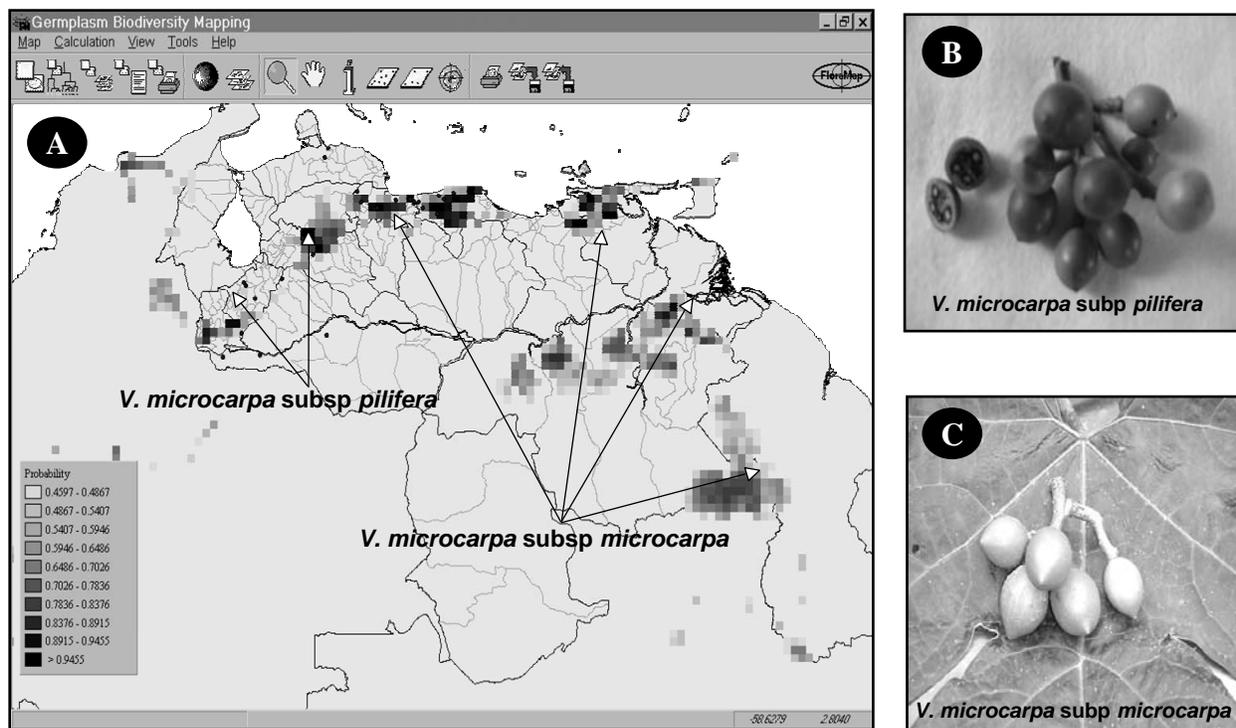


Figura 4. Áreas potenciales para colecta de la especie *Vasconcellea microcarpa* en Venezuela (A). Frutos típicos de las subespecies (B y C).

CONCLUSIONES

Se determinaron áreas con alta probabilidad para colectas en el país de la especie:

V. cauliflora hacia la región centroccidental y norte costera (norte del estado Aragua, centro-oeste del estado Lara, norte de los estados Portuguesa y Miranda), la parte oriental que abarca los estados Sucre y norte de Monagas y una parte importante en la Cuenca del Río Unare y parte de la zona montañosa oriental.

Las áreas para *V. microcarpa* subsp. *microcarpa* estarían ubicadas al norte del estado Monagas, y la región norte del estado Bolívar circundante al río Orinoco y al sur con Santa Elena de Uáiren en la frontera con Brasil. *V. cundinamarcensis* estaría limitada a la región alta andina.

LITERATURA CITADA

1. Badillo, V. M. 1967. Esquema de las Caricaceae. *Agronomía Tropical* 17:247-272.
2. Badillo, V. M. 1971. Monografía de la Familia Caricaceae. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 221 p.
3. Badillo, V. M. 1993. Caricaceae. Segundo esquema. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)*. Alcance 43. 111 p.
4. Badillo, V. M. 2000. *Carica* L. vs. *Vasconcella* St.-Hil. (Caricaceae) con la rehabilitación de este último. *Ernstia* 10(2): 74-79.
5. Badillo, V. M., V. Van den Eynden y Van P. Damme. 2000. *Carica palandensis* (Caricaceae), a new species from Ecuador. *Novon* 10: 4-6.
6. Berger, J., J. Abbo y N.C. Turner. 2003. Ecogeography of annual wild cicer species: The poor state of the world collection. *Crop Science* 43: 1076-1090.

7. Greene, S. L., T. C. Hart y A. Afonin. 1999a. Using geographic information to acquire wild crop germplasm for ex situ collections: I. Map development and field use. *Crop Science* 39: 836-842.
8. Greene, S.L., T.C. Hart y A. Afonin. 1999b. Using geographic information to acquire wild crop germplasm for ex situ collections: II. Post collection analysis. *Crop Science* 39: 843-849.
9. Guarino L, A. Jarvis, R.J. Hijmans y N. Maxted. 2002. Geographic Information Systems (GIS) and the conservation and use of plant genetic resources. *In: J. Engels (ed.) Managing Plant Genetic Diversity*. CAB International. Wallingford, UK. pp. 387-404.
10. Hoyos, J. F. 1989. *Carica pubescens*. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Caracas. Monografía 36: 87.
11. Hijmans, R. J. y D.M. Spooner. 2001. Geography of wild potato species. *American Journal of Botany* 88: 2101-2112.
12. Hijmans, R. J., L. Guarino, M. Cruz y E. Rojas. 2001. Computer tools for spacial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. *Plant Genetic Resources Newsletter* 127: 15-19.
13. Jarvis, A., L. Guarino, D.E. Williams, K. Williams, I. Vargas y G. Hyman. 2002. Spatial analysis of wild peanut distributions and the implications for plant genetic resources conservation. *Plant Genetic Resources Newsletter* 131: 29-35.
14. Jarvis, A., M. E. Ferguson, D. E. Williams, L. Guarino, P. G. Jones, H. T. Stalker, J. F. M. Valls, R. N. Pittman., C. E. Simpson y P. Bramel. 2003. Biogeography of wild *Arachis*: assessing conservation status and setting future priorities. *Crop Science* 43(3): 1100-1108.
15. Jones, P. G., S.E. Beebe, J. Tohme y N.W. Galwey. 1997. The use of geographical information systems in biodiversity exploration and conservation. *Biodiversity and Conservation* 6: 947-958.
16. Jones, P. G. y A. Gladkov. 1999. FloraMap Versión 1.0 A computer tool for predicting the distribution of plants and other organisms in the wild. CD-ROM. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia.
17. Jones, P.G. y A. Gladkov. 2001. FloraMap Versión 1.1 A computer tool for predicting the distribution of plants and other organisms in the wild. CD-ROM. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia.
18. Lárez, A., E. Mudarra y J. Calzadilla. 2001. Estructura y composición florística de un bosque ombrófilo macrotérmico del parque Nacional El Guácharo, estado Monagas, Venezuela. *Ernstia* 11(2): 87-99.
19. Lárez R. A. 2003. Angiospermas del Parque Nacional "El Guácharo" estados Monagas y Sucre. *Ernstia* 13(1-2): 1-28.
20. NRC (National Research Council). 1989. Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press, Washington DC. 415 p.
21. NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration). 1984. TGP-006D. Computer compatible tape. Boulder, Colorado.
22. Peeters, J. P. y J. T. Williams. 1984. Towards better use of gene banks with special reference to information. *Plant Genetic Resources Newsletter* 60:22-31.
23. Programa de Recursos Vegetales del Convenio Andrés Bello (PREVECAB). 1990. Especies Vegetales Promisorias. Editorial Guadalupe. Bogotá. 489 p.
24. Rodríguez, D. 2000. Caracterización *in situ* de las especies *Vasconcellea cauliflora* y *Carica papaya* "Pajarera" en Caripe estado

- Monagas. Memorias del VII Congreso Nacional de Frutales. UNET, San Cristóbal, Táchira, Venezuela. Resúmenes. p. 121.
25. Rodríguez, D., C. R. Marín, R. Ortiz y H. Quecan. 2005. Caracterización climática de los sitios de colecta del género *Vasconcellea* en Venezuela. *Saber* 17: 222-224.
26. Steiner, J. J. y S. L. Greene. 1996. Proposed ecological descriptors and their utility for plant germplasm collections. *Crop Science* 36: 439-451.