



Ajustes en la delimitación fitogeográfica de distritos cubanos. II. Cuba Central

Adjustments in the phytogeographic delimitation of Cuban districts. II. Central Cuba

Francisco Cejas-Rodríguez*, Tatiana Geler-Roffe

RESUMEN

Instituto de Geografía Tropical, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

*Correspondencia: cejas@geotech.cu

Recibido: 05 de enero de 2023

Aceptado: 10 de marzo de 2023

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:

FCR: conceptualización, investigación, administración de proyecto y supervisión.

FCR y TGR: curación de datos, análisis formal, metodología, recursos, visualización, redacción, revisión y edición final del documento.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v222e02>

Los esquemas de distritos fitogeográficos cubanos actuales son incongruentes con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por lo que se propuso en este trabajo analizar la delimitación de los mismos en el sector Cuba Central en ambiente SIG, en relación con la influencia de factores físico-geográficos, seleccionados mediante revisión de fuentes cartográficas, (mayormente orográficas y litológicas), información existente en bases de datos cubanas, análisis espacial e interpretación de imágenes satelitales. Como resultado, se ajustaron los límites de los distritos fitogeográficos delineados por Samek, Borhidi y Muñiz para el Sector Cuba Central, lo que permitió obtener un mapa digital de catorce distritos fitogeográficos para Cuba Occidental.

Palabras clave: percepción remota, regionalización fitogeográfica, SIG

ABSTRACT

The current Cuban phytogeographic district schemes are incongruous with the Geographic Information Systems (GIS), for which it is determined in this work to analyze their delimitation in the Central Cuba sector in a GIS environment, in relation to the influence of physical-geographic factors, selected by reviewing cartographic sources (mainly orographic and lithological), existing information in Cuban databases, spatial analysis and interpretation of satellite images. As a result, the limits of the phytogeographic districts outlined by Samek, Borhidi and Muñiz for the Central Cuba Sector were adjusted, which allowed obtaining a digital map of fourteen phytogeographic districts for Western Cuba.

Keywords: GIS, phytogeographic regionalization, remote sensing

INTRODUCCIÓN

Al incorporar a los sistemas de información geográficos actuales los esquemas de distritos fitogeográficos cubanos trazados a *grosso modo* por diferentes autores, surgen incongruencias en términos físico geográficos, lo cual conlleva el riesgo de obtener resultados erróneos que influyan en análisis posteriores (Cejas *et al.*, 2006). Sin embargo, dado el valor de dichas obras para este tipo de trabajo, se hace necesaria su validación para ampliar las posibilidades de los análisis de diversidad biológica en Cuba.

Al partir de este supuesto, el análisis de la relación de varios factores físico-geográficos con la delimitación de

los distritos fitogeográficos, más la inclusión de datos cualitativos información ecológica, obtenidos sobre todo de los criterios de Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986); permiten validar y refinar los límites propuestos. De esta forma se adecuan las regionalizaciones fitogeográficas cubanas más conocidas: la de León (1946), quien no define los límites territoriales de las unidades; Samek (1973), el cual basa su clasificación en la distribución de los endemismos, con límites territoriales no siempre definidos; mientras que Borhidi y Muñiz (1986) aseguran emplear caracteres geográficos, geológicos, pedológicos, de flora y vegetación; afirmación de la que en algunos casos discrepan López y Cejas (2000).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

Para lograrlo se sigue la línea de pensamiento de otras investigaciones, en cuanto a que los límites de distribución de las especies varían en función de diversas variables topográficas y geológicas, inducidas por factores como las barreras que imponen las regiones montañosas (López, 1998) o el componente edáfico en zonas de topografía mucho más regular (Alain, 1958; López *et al.*, 1985, Del Risco y Vandama, 1989); variables que citan Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986) como base para sus análisis. También se siguen por autores modernos como Testé *et al.* (2015) cuando incluyen cuatro variables topográficas y una geológica en la determinación del modelo de distribución actual y la predicción de expansión de una planta invasora.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue ajustar los límites fitogeográficos de los distritos cubanos del sector Cuba Central, propuestos por Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986) (*sensu* Borhidi y Muñiz, 1986), mediante el empleo de herramientas del Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permitan su integración con la información medioambiental que se genera actualmente en el país. Sobre un mapa digital así generado, se pueden demarcar áreas de interés florístico o conservacionista, algunas de las cuales se esbozan en diferentes trabajos, para de este modo potenciar el conocimiento de la diversidad, rareza y prioridades de conservación de la flora cubana por modelos geográficos a cualquier escala espacial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en ambiente SIG, de acuerdo a la metodología que se detalla en Cejas y Geler (2023), los cuales partieron del análisis del Modelo de Elevación Digital (GeoCuba, 2009) para precisar los sitios donde se han propuesto distritos montañosos y distinguirlos de aquellos que se desarrollan en lugares bajos. Luego se superpuso estas curvas de nivel a diferentes mapas que contenían información geológica y litológica; en este caso el mapa geológico (IGP/SGC, 2007), de formas cársicas (Gutiérrez *et al.*, 2019), geomorfológico (Portela *et al.*, 2019) y de constitución geológica (Núñez e Iturralde, 2019).

De la sobreposición de estos mapas se obtuvo un mapa temático que contenía un conjunto de geosistemas o regiones, cuyo componente fundamental es el basamento geológico, y que de acuerdo a las variables analizadas deben responder a los distritos fitogeográficos.

Para confirmar esta hipótesis y precisar un trazo final que definiese a cada uno de estos distritos, se yuxtapuso dicho mapa temático con las bases cartográficas (digitalizadas bajo el sistema de coordenadas WGS-84, Universal Transversal Mercator) de Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986) en Cuba Central, que para este trabajo corresponde a la subprovincia Cuba Central de Borhidi y Muñiz (1986).

La selección de este trazo final conllevó a elegir entre tres alternativas: (1) un solo trazo que resumía los dos esquemas en los que se basó la investigación; (2) se reconoció una sola propuesta o; (3) se delineó un distrito nuevo para las regionalizaciones de los autores mencionados. Este elección se tomó a partir de un análisis más minucioso de los límites obtenidos para cada distrito, los cuales se modificaban cuando se identificaban localidades, accidentes geográficos o características ecológicas que se referían para un distrito en particular; de acuerdo a la revisión de la bibliografía, de forma particular Samek (1973), Borhidi y Muñiz (1986); y trabajos que proveyeran información sobre localidades de recolectas, georreferenciadas o no, como son los casos de Rankin y Areces (2003), o que detallaban características ecológicas y geográficas de los distritos en discusión. Con este propósito, también se hizo una revisión del fichero de localidades georreferenciadas del Herbario Nacional (HAC) (Cejas *et al.*, 2000), con casi 30.000 registros. Esta revisión no se extendió en el análisis de la vegetación, la flora, las relaciones florísticas y la conservación; y solo se hizo referencia a datos de ese tipo cuando eran esenciales en el entendimiento de los límites o distritos que se configuraban.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la definición de las áreas montañosas de Cuba Central, el límite de la ruptura en el perfil de la pendiente coincidió con la curva de nivel con valor entre 100 y 120 msnm (Portela *et al.*, 2019), que hizo resaltar de Oeste a Este las Alturas de Habana-Matanzas y Bejucal-Madruga-Coliseo, Montañas de Guamuhaya, Sierras Morena, de Cubitas y de Najasa, y Alturas de Maniabón (Díaz, 2019), más otras alturas de menor elevación (Fig. 1A). Por su litología, el sector reveló cerca de un 57% de áreas con alta o media susceptibilidad a la formación de carso (Gutiérrez *et al.*, 2019), lo que evidenció el predominio de las calizas u otras rocas carbonatadas para el archipiélago cubano que reconocen Pedroso *et al.* (2001), que en este caso se

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

concentraron hacia el Este y Oeste del distrito, con un hiato en su parte central en el que predominaron los esquistos y mármoles, que están entre las rocas metamórficas más importantes en Cuba (Salinas *et al.*, 2008), junto con las ofiolitas, que también se presentaron sobre todo hacia el Este de la región.

La superposición de las capas de información, orográfica y litológica en lo fundamental, permitió caracterizar 14 geosistemas o espacios geográficos, conformados por agrupamientos de formaciones geológicas muy cercanas (IGP/SGC, 2007), poco representadas en el resto del archipiélago y con respuestas similares a la formación de carso (Gutiérrez *et al.*, 2019), a saber: un conjunto de (a) alturas al Noroeste del Sector, que con menor representación del carso, e incluso presencia de escamas ofiolíticas, se perfilan entre la (b) faja costera Norte, donde aparecen las formaciones cársicas típicas de las costas y penínsulas cubanas, incluidos depósitos palustres, y la (c) Llanura Sur de la Habana-Matanzas (Díaz, 2019), con afloramientos de (d) ofiolitas, y a la que sustentan por igual formaciones que se extienden a lo largo de las llanuras cubanas más otras que solo se presentan en el occidente del Sector Central, sobre todo hacia el Este de Matanzas, donde se inicia el (e) hiato cársico descrito, al que flanquean al Norte la (f) región ofiolítica de los alrededores de Santa Clara y al Sur los esquistos y mármoles en el (g) Macizo de Guamuhaya, en cuya ladera Sur se desarrolla una (h) costa cársica que finaliza en un área pequeña de (i) arenas cuarcíticas. Ya en el límite Oeste de Ciego de Ávila, se reanuda una (j) zona de predominio cársico de las mismas formaciones “de llanuras” mencionadas para el occidente (Cejas y Geler, 2023), a la que continúa hasta el límite Este del sector una región con mayor presencia de carso, en la que se intercalan las (k) ofiolitas de Camagüey y de (l) Holguín. Por último, de forma paralela y a casi todo lo largo de las costas, se desarrollan dos cayerías: el (m) Archipiélago Sabana-Camagüey, al Norte, de características muy similares a la zona costera que le continúa por la costa Noreste del distrito, y (n) los Archipiélagos de los Canarreos y Jardines de la Reina, al Sur (Fig. 1B).

Al yuxtaponer los esquemas digitales de las regionalizaciones de Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986) a estos espacios geográficos, se observó que los mismos correspondían en alguna medida con las propuestas de dichos autores. Lo cual es lógico, en tanto estos últimos prestan atención en su división fitogeográfica

tanto a los caracteres de la flora y la vegetación, como a las condiciones geográficas de la región, a las que le otorgan igual peso y correlacionan con las primeras.

En esta discusión, para facilitar la comprensión del texto en la descripción de los distritos aquí propuestos, se adjuntaron esquemas cartográficos generados del mapa “Distritos fitogeográficos” del Atlas Nacional de Cuba “LX Aniversario” (Cejas y Geler, 2019), cuya versión digital está por el momento disponible en formato multimedia en el Instituto de Geografía Tropical, Cuba. Estos esquemas muestran los límites distritales, junto a localidades de referencia para facilitar su ubicación en el terreno. También, en algunos casos se agregan esquemas que mostraron la variabilidad geológica distrital, pues a diferencia de Cuba Occidental, donde se presentan litologías de cierta manera uniformes para casi todos sus distritos (Cejas y Geler, 2023), en Cuba Central el patrón de agrupamientos de formaciones geológicas (IGP/SGC, 2007) por distrito resultó mucho más heterogéneo. Para los nombres de los distritos, se citó la propuesta de Samek (1973) y entre paréntesis se aclaró el de Borhidi y Muñiz (1986), en caso de coincidencia; o el que correspondió cuando primó el criterio de uno de estos autores, excepto en dos casos que se respetó el razonamiento de Del Risco y Vandama (1989).

Distrito Colinas y Valles Bahía Honda-Limonar (Jarucoense)

El primer accidente geográfico notable en el límite Oeste del Sector Cuba Central lo constituye la Sierra de Anafe, que junto con la del Esperón se levanta de manera abrupta sobre el llano circundante, y que para Montes *et al.* (1989) constituyen un área polémica por su ubicación geográfica y fitogeografía. Sin embargo, por su morfología, mogotiforme o de relieve de montañas carsificadas, aunque con alturas menores que estos (Guerra y Campos, 2004), así como por sus parámetros florísticos (Samek, 1973; Ricardo *et al.*, 1987), constituyen la avanzada de dos series de alturas paralelas (Fig. 1A); todas en la región centro occidental del país (León, 1946; Borhidi y Muñiz, 1986; Del Risco y Vandama, 1989; Montes *et al.*, 1989).

Una de ellas es la región Alturas Habana-Matanzas, que comprende las elevaciones que parten de la estructura de Tapaste y se orientan hacia el Este a través de las Escaleras de Jaruco, Sierra de Camarones y Picadura, para culminar en el Pan de Matanzas y la

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

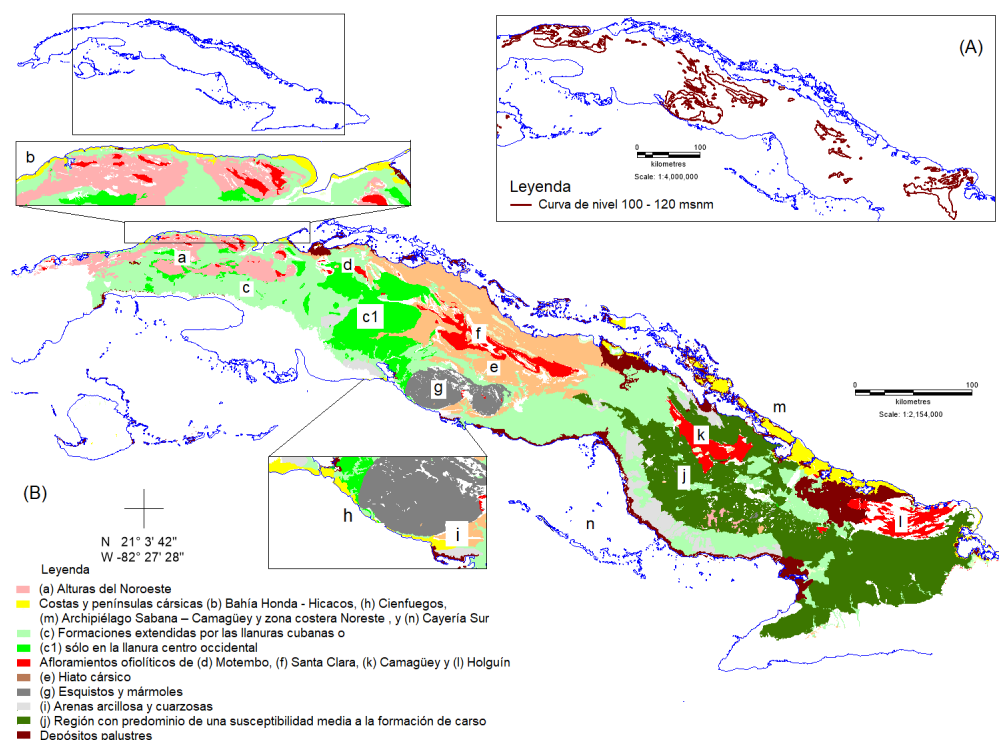


Figura 1. (A) Delimitación de las llanuras y principales elevaciones en Cuba Occidental (modificado de Portela *et al.*, 2019) y (B) espacios geográficos definidos por la yuxtaposición de los mapas temáticos orográficos y litológicos (modificado de IGP/SGC, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2019; Núñez e Iturralde, 2019).

Figure 1. (A) Delimitation of the plains and main elevations in Western Cuba (modified from Portela *et al.*, 2019) and (B) geographical spaces defined by the juxtaposition of orographic and lithological thematic maps (modified from IGP/SGC, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2019; Núñez y Iturralde, 2019).

Loma El Palenque (Ricardo *et al.*, 1987; Guerra y Campos, 2004). Más al Sur está el grupo de las Alturas de Bejucal-Madruga-Limonar, a las que Guerra y Campos (2004) denominan subregión Alturas del centro de la Habana-Matanzas, que se orienta hacia el Este Noreste desde la Sierra de Bejucal, abarca la Sierra del Grillo en Madruga, Sierras de las Caobas y de Limones en Limonar, y termina en la estructura de Coliseo en Matanzas; que se distinguen de las de San Miguel de los Baños, Cantel-Camarioca; éstas tres últimas sobre ofiolitas (Núñez e Iturralde, 2019).

Sustentan la región desde Bahía Honda hasta Limonar, una serie de formaciones geológicas con una menor susceptibilidad a la formación de carso (Gutiérrez *et al.*, 2019), que en los terrenos que la circunda (Fig. 2A), y entre las que resaltan por su extensión: las Formaciones Vía Blanca, Chirino, Peñalver, Madruga y Capdevila. Con menor extensión, pero como un enlace entre la Sierra de Anafe, alturas aledañas y Escaleras de Jaruco, así como otras alturas mogotiformes, aparecen otras siete Formaciones: Universidad,

Jaruco, Consuelo, Mercedes, Guanajay, Martín Mesa y Grupo Mariel.

Otras formaciones se restringen a regiones dentro del área en estudio, e.g., la Formación Orozco en la zona de Bahía Honda-Cabañas; las Formaciones Alkazar-Apolo, Calizas Bacuranao, Jicotea y Santa María del Rosario, solo al Oeste de las Alturas Habana-Matanzas; mientras que al Este de las mismas se disponen las Formaciones Bacunayagua y Punta Alegre. Entre estas formaciones de extensión exclusiva, merecen mención especial las Formaciones Caobas, Nazareno y Perla, que se limitan solo a las alturas de Limonar; el Miembro La Charca, en su mayoría en la ladera Sur de todo Bejucal-Madruga-Limonar y ladera Norte en Bejucal; y Miembros El Cangre y Loma el Añil, en las Alturas de Bejucal-Madruga.

A las Alturas Habana-Matanzas y Alturas de Bejucal-Madruga-Limonar las separa de Oeste a Este una franja a la que Guerra y Campos (2004) nombran subregión Llanura Ariguanabo-San Juan, que se dis-

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

tingue por una serie de estructuras cársicas de tipo depresiones, como son los poljes de Ariguanabo, Vento y Jaruco-Aguacate. Esta franja está conformada por las Formaciones Cojímar, Colón y Güines, típicas de la llanura al Sur de la región, y en ella es visible, fuera del núcleo principal de alturas, la Loma de Somorrostro, que se distingue gracias a su propia geomorfología de carso cónico.

En su regionalización, Samek (1973) distingue en esta zona de colinas bajas y valles intercalados tres distritos: Colinas Bahía Honda-Cabañas, Sierra de Anafe y Colinas Habana-Limonar; aunque tanto estas últimas como las alturas de Bejucal no se comprenden en el esquema de distribución que traza el autor. Samek (1973) propone la Llanura Ariguanabo-San Juan (*sensu* Guerra y Campos, 2004) como divisoria de dos sub-distritos que nombra Bejucal-Limonar y Habana-Matanzas (Fig. 2B). Por su parte, Borhidi y Muñiz (1986) reúnen todas estas alturas en el distrito Jarucoense, para el que descartan una franja de la Formación Cojímar al centro de las Alturas Habana-Matanzas, cuyo plano hipsométrico está por encima de la llanura a la que se une al Sur (Magaz, 1989).

Esta propuesta es bastante similar al mapa que presentan Del Risco y Vandama (1989), quienes sin embargo solo nombran a Bejucal-Coliseo. Todas estas alturas cársicas son en general pobres en endemismos, por lo que las débiles afinidades florísticas que tienen se establecen gracias a especies de amplia distribución (Caluff *et al.*, 2008), y entre ellas resaltan por este carácter la Sierra de Anafe, a la que siguen a distancia Madruga y el Pan de Matanzas (Cejas *et al.*, 2000).

En contraste, los cuerpos (escamas) de ofiolitas, que cubren apenas el 5% del área en estudio (Fig. 2A), de las que Del Risco y Vandama (1989) solo señalan a Regla, Campo Florido, Canasí y Camarioca; resaltan por el alto endemismo de su flórua, la mayoría presente en Canasí, con preponderancia sobre la Coca, Campo Florido, Las Pozas y el resto de las localidades, en ese orden (Cejas *et al.*, 2000). Las plantas y formaciones vegetales que se desarrollan sobre estas escamas presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas a las características edáficas extremas que los caracterizan y que los distinguen de las zonas aledañas con características edáficas diferentes, al extremo que Samek (1973) basa los dos sub-distritos que propone en la presencia de endemismos de charrascales

en los cayos de “serpentinitas” al Norte y de endemismos “de calizas” en la parte Sur de calizas con afloramiento de dolomitas.

En resumen, esta mayor o menor extensión y presencia de litologías que comparte la región, de las cuales solo cuatro no son exclusivas de la misma, hace que este trabajo se decantó por la versión más abarcadora de Borhidi y Muñiz (1986): desde la zona de colinas entre Las Pozas-Cabañas, al Norte del Distrito Cajalbana (Cejas y Geler, 2023), continúa con Sierra de Anafe, las colinas Habana-Matanzas y, de forma paralela al Sur de las mismas, las colinas Bejucal-Madruga-Limonar; a las que separan del área principal franjas de la llanura al Sur. Como se observa en la Fig. 2C, la región Este del distrito propuesto está conformada por fragmentos entre los que se interponen franjas de la formación geológica que penetra desde la llanura que los rodea al Sur, fragmentación que es excepcional para el tratamiento que ofrecen las regionalizaciones fitogeográficas anteriores, pero en concordancia con el objetivo de la investigación.

León (1946) incluye en un solo “distrito del eje serpentínico”, que corre por el centro-norte a lo largo de la isla principal (Núñez e Iturralde, 2019), con un área de alrededor de 7500 km² (Lazcano *et al.*, 2001), a las pequeñas escamas tabulares de ofiolitas que se mencionan, y otras similares al Norte de Bahía Honda, Guamuhaya, Llanura Centro-Oriental y Baracoa-Jauco; criterio que no se sigue en este trabajo, en el que se consideran estos afloramientos como “corredores” entre los verdaderos “distritos ofiolíticos”. Sin embargo, a pesar de la pequeña extensión que suelen tener estos afloramientos, es válido señalar las agrupaciones más conspicuas de los mismos, de acuerdo a Núñez e Iturralde (2019), pues es notable su diferenciación en la flora y vegetación con respecto a las zonas en las que se insertan, con distintas características edáficas, singularidad ya expuesta por Samek (1973) para la zona en discusión, y que también ocurre en otras áreas de la isla de Cuba.

Distrito Costa Norte Habana-Matanzas (Havanense)

En común con otras áreas costeras cubanas, su delimitación se basa en la distribución de formaciones típicas de las costas, penínsulas y cayos cársicos cubanos (Fig. 1B), en este caso la Formación Jaimanitas, que se extiende a casi todo lo largo de la misma, junto con las Formaciones Vedado, al Centro-Este, y Canímar al Este del distrito. En la zona costera, las dunas forman

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

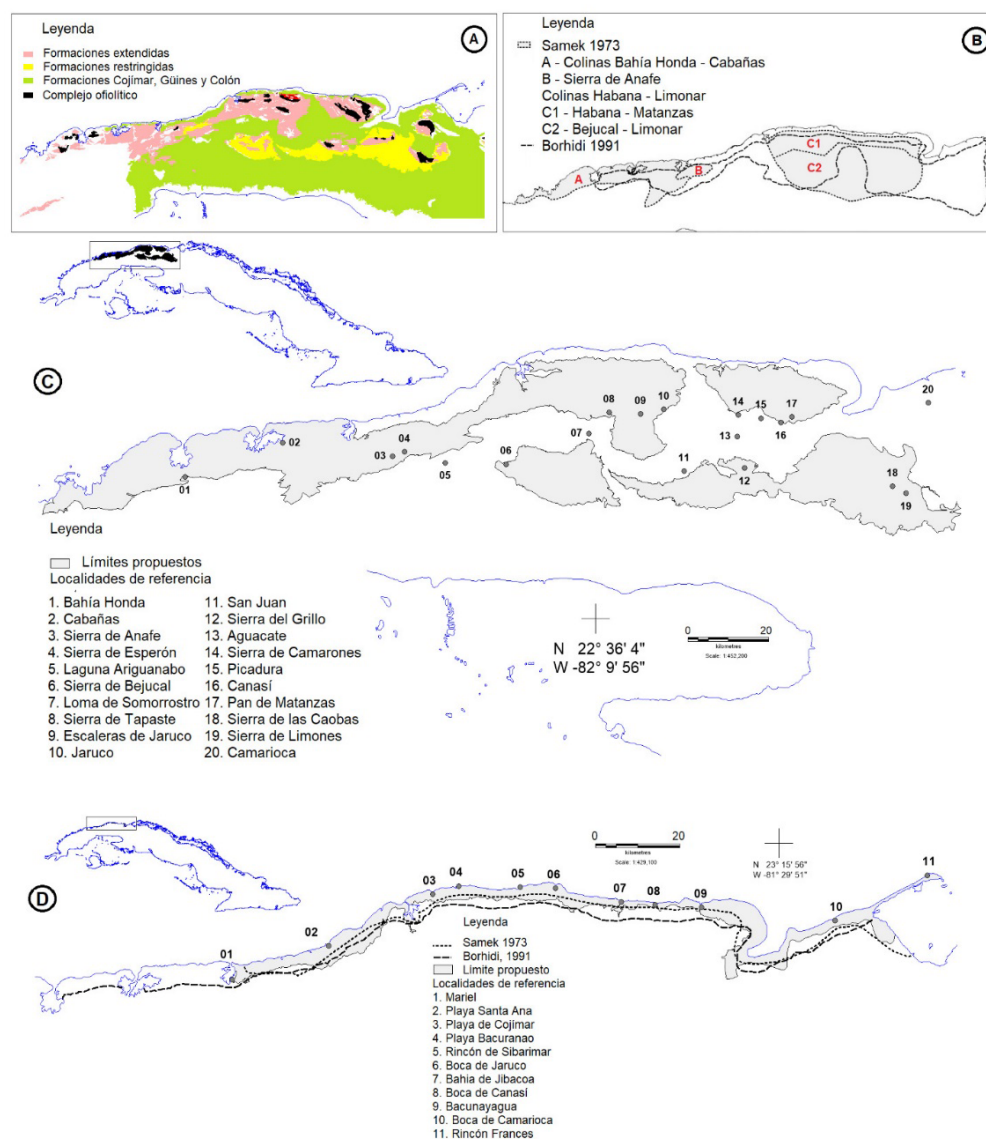


Figura 2. (A) Extensión de las formaciones geológicas presentes o que rodean las colinas bajas y valles desde Bahía Honda hasta Limonar (modificado de IGP/SGC, 2007), (B) límites de distritos fitogeográficos para el área por Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986), (C) distrito Colinas y Valles Bahía Honda-Limonar (Jarucoense) y (D) Distrito Costa Norte Habana-Matanzas (Havanense).

Figure 2. (A) Extent of geological formations present in or surrounding the low hills and valleys from Bahía Honda to Limonar (modified from IGP/SGC, 2007), (B) boundaries of phytogeographic districts for the area by Samek (1973) and Borhidi and Muñiz (1986), (C) Bahía Honda Hills and Valleys District-Limonar (Jarucoense) and (D) Havana-Matanzas North Coast District (Havanense).

montículos, que se asocian a períodos de regresión marina, y junto a las barras de tormenta forman la playa (Guerra y Campos, 2004) que cubre a la Formación Jaimanitas. Hacia el interior, y de forma paralela a la costa, se desarrolla una cadena de elevaciones que alcanzan una altitud de 60-70 m (Guerra y Campos, 2004).

En resumen, en este trabajo los límites del distrito se extendieron desde los alrededores de la Bahía de Mariel, posición intermedia entre las propuestas de

Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986), y semejante a Del Risco y Vandama (1989) hasta la Península de Varadero (Fig. 2D). Es usual, sin embargo, que algunas de las especies que se citan para el distrito, adaptadas a altas concentraciones de salinidad y en general a condiciones extremas (Borhidi y Muñiz, 1991; Vilamajó y Martínez, 2003), invadan y modifiquen la vegetación de áreas aledañas, incluso anchas franjas de las Formaciones Cojimar y Güines, con casi el doble de ancho de las formaciones que tipifican al distrito, y que aparecen como límite Sur del distrito,

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

aunque casi semejan extensiones de la Llanura centro occidental que bordea al distrito (Fig. 1B).

Distrito Llanura Centro Occidental

La Llanura Cársica Meridional La Habana-Matanzas (Díaz, 2019), que Del Risco y Vandama (1989) y Guerra y Campos (2004) nombran Llanura roja Artemisa-Colón, se extiende desde Artemisa en el occidente, hasta Cienfuegos en el extremo oriental de la macroregión Occidental (Guerra y Campos, 2004) y en ella se reconocen tres unidades por sus particularidades geomorfológicas: una al Oeste entre Artemisa y Quivicán, la central entre Quivicán y Güines y la Este entre Güines y Nueva Paz. (Guerra y Campos, 2004). En la región prevalecen los suelos ferralíticos rojos, que se forman a partir del eluvio de las calizas, en las cuales existen impurezas provenientes de rocas metamórficas y en menor escala, de rocas "serpentinizadas" (Bosch *et al.*, 1984), en algunas partes negruzco muy oscuro por prevalecer un ambiente reductor con poco drenaje (Albear *et al.*, 1992); y en las cercanías de las serpentinitas, con mayor influencia de los deluvios-proluvios de estas últimas, aparecen suelos poligénicos (Bosch *et al.*, 1984).

Desde el punto de vista de su litología, se distingue por contener hasta 17 formaciones con fuerte predominio de calizas (Fig. 1B), que no aparecen en otras partes del archipiélago cubano. Hacia la porción Oeste del distrito aparecen las Formaciones Cojimar, Loma Triana, Peñón y Perla (Formaciones Oeste en Fig. 3A); hacia el centro las Formaciones Tinguaro y Colón; y hacia la porción Este las Formaciones Arroyo Grande, Cantabria, Caunao, Damují, Lindero, Rodas, Vaquería, Miembro Carolina, La Rosita, Ari-mao y Monos (Formaciones Este, Fig. 3A).

Por el contrario, la extensa Formación Güines, junto con la Formación Villarojas, se comparten con la llanura que continua hacia el centro-oriente, al igual que la Formación Guevara con otros distritos al Oeste y Este, aunque con menor representación. Las Formaciones Veloz, Santa Teresa y Carmita, por su parte, aparecen cercanas a los cuerpos ofiolíticos del centro de la isla (Fig. 3A).

No se delimita en este trabajo la Llanura Yaguaramas-Cascajal, a la que sustenta desde el punto de vista geológico la Formación Arabos, cuyo borde Este (IGP/SGC, 2007) coincide con el límite de la Llanura centro occidental de Samek (1973), y se extiende has-

ta los alrededores de Cayama e Itabo (Fig. 3B), con lo que supera en extensión la distribución que para la "sabana de Manacas" mencionan Borhidi y Muñiz (1986). Dichos autores, la elevan a la categoría de distrito (Cascajalense), a saber: desde Yaguaramas al Sur, hasta Cascajal y Mordazo hacia el Norte.

Borhidi y Herrera (1977), Borhidi y Muñiz (1986) y Del Risco y Vandama (1989) insertan esta sabana en los bosques y matorrales originales que cubrían la llanura centro occidental, similares a las que se asientan en el Sureste de las provincias de Pinar del Río y Matanzas (Borhidi y Herrera, 1977). Más aun, Borhidi (1991) la considera dentro de las pocas sabanas naturales cubanas, que en este caso condicionan las fluctuaciones extremas del agua en el suelo: mocarrero con una capa impermeable cerca de la superficie, más o menos arenosa, con suelos a los que caracteriza su acidez con valores cercanos a pH 4.7 (Hernández *et al.*, 2017), en las que podían encontrarse elementos de las sabanas cuarzosas de Cuba (Alain, 1946; González y Pino, 1987; Cejas y Herrera, 1995), y familias botánicas que en su momento se consideraban ejemplo de una polarización del endemismo entre el oriente y occidente del país (Ávila y Enríquez, 1988).

En la actualidad, esta "sabana de Manacas" con palma cana (*Sabal palmetto* (Walter) Lodd. ex Schult. & Schult.f.) se encuentra cerca de la extinción, si existiese una categoría de amenaza distrital, pues apenas quedan unos parches de sabanas, relictos de una unidad que se fragmentó durante centurias por la acción antrópica (González y Pino, 1987; Matos *et al.*, 2002). Algunos de estos fragmentos tienen un grado de conservación aceptable, que se distinguen en la Fig. 3B como una minúscula área verde que rodea la Reserva Manejada de Flora "Monte Ramonal" (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2013), en la que por fortuna se incluyen zonas de bosque siempreverde mesófilo y micrófilo, bosque semideciduo y un bosque de ciénaga con características particulares (Falcón *et al.*, 2013-2014).

La región se lista entre los ecosistemas con mayor afectación por plantas invasoras en Cuba (Instituto de Ecología y Sistemática, 2011); y se identifica como posible centro de distribución de elementos "sabanosos" (Borhidi y Herrera, 1977). En realidad, las recolectas en la zona son escasísimas; por ejemplo, solo aparecen 17 materiales en el Herbario Nacional (HAC) con fechas de 1915 hasta 1979 (Cejas *et al.*,

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

2000). Son escasas también las publicaciones que tratan al distrito como tal; entre las que aparece el trabajo de Caluff *et al.* (2008) en helechos y plantas afines, aunque se citan sus localidades clásicas en base a datos históricos no actualizados.

En conjunto, todas las formaciones mencionadas en este acápite ayudaron a establecer la cartografía del perímetro de la Llanura centro occidental. Tanto en lo interno; en las fajas que rodean a las “Colinas y Valles Bahía Honda-Limonar” (Jarucoense), como en la zona de contacto con los distritos que continúan hacia el Este, en cuya delimitación este trabajo se acercó más a la propuesta de Samek (1973), excepto en su límite Noreste, en el que una franja del distrito alledaño penetra desde el Este (Fig. 3C).

Distrito Motembo

Es otro distrito en el que Samek (1973) y Borhidi (1991) no se extienden en su explicación, con los mínimos valores de diversidad de especies y de endémicos locales entre las ofiolitas de la zona centro occidental (Centro Nacional de Áreas Protegidas, 2013), dado lo pequeña de su área, alrededor de 50 km², apenas un poco mayor que algunos de los afloramientos de ofiolitas que ocurren al Norte de las actuales provincias de Mayabeque y Matanzas, que promedian entre 10 y 30 km² (Núñez e Iturralde, 2019). Puede por tanto considerarse otro eslabón de los “corredores” entre los verdaderos “distritos ofiolíticos”, de acuerdo a la expresión de Cejas y Geler (2023). No obstante, en este trabajo se respetó el criterio de Samek (1973) y se trató como un distrito independiente (Fig. 3D), aunque Borhidi (1991) considere su inclusión en el área de serpentinas de Santa Clara, cuyo límite está a unos 50 km al Este (Lazcano *et al.*, 2001).

Distrito Cayería Sur

A este distrito solo lo menciona Samek (1973), y su delimitación es algo convencional, pues su característica de estar compuesto por cayos condiciona sus límites, mientras que su flórua y vegetación lo vincula a las costas cubanas (García y Herrera, 2010; Socarrás *et al.*, 2006). Comprende el Archipiélago Los Canarreos, que aparece al Suroeste de la Isla de Cuba y en el que sobresale, y se excluye en este trabajo, la Isla de la Juventud, segunda en tamaño del Archipiélago Cubano (García, 2006); y el Archipiélago Jardines de la Reina, que se extiende desde el Golfo de Guacanayabo hasta la Bahía de Casilda en la parte meridional

de la Isla de Cuba (González *et al.*, 2006). García y Herrera (2010) mencionan el predominio de los depósitos carbonatados, terrígenos y turbosos de pantano, donde se desarrollan manglares que se asientan en llanuras lacustres y palustres acumulativas, planas, cenagosas de manera parcial, biogénicas (Portela *et al.*, 1989). También en algunos cayos se presentan franjas a las que constituyen arenas, guijarros de playa y bancos de tormenta (García y Herrera, 2010).

Distrito Guamuhaya (Trinidadicum)

El Macizo de Guamuhaya tiene una extensión de 2 700 km², un largo de 84 km y un ancho de 27 km como máximo (Matos *et al.*, 2011-2012). Con una altura máxima de 931 msnm en Pico Potrerillo, lo conforman dos núcleos (León, 1946) a los que separa el Río Agabama: las montañas de Trinidad al Oeste, con mayores alturas y diversidad de formaciones vegetales, y las montañas más xerofíticas de Sancti Spíritus, al Este (Samek, 1973; Borhidi, 1991; Ricardo *et al.*, 1998; Sánchez, 2002; Matos *et al.*, 2011-2012).

Al macizo lo conforman formaciones geológicas únicas o casi dentro del país, de forma general desde los 160 msnm (Fig. 4A), a saber: el Complejo Mabujina, en su franja Oeste, así como en la Norte las Formaciones Cobrito, Loma la Gloria, Los Cedros y El Algarrobo, que rodean todo el macizo, junto a las Formaciones Boquerones y Herradura; las Formaciones Grupo San Juan, La Chispa, La Sabina, Yaguanabo (también en pequeños parches hacia el Este) y Miembro Felicidad. Desde este punto de vista, las Alturas de Trinidad presentan Formaciones propias: El Tambor (también presente en áreas de la provincia Camagüey), La Llagueta, Loma Quivicán y por último la Formación Porvenir en su límite Norte; mientras que en la zona de valles intramontanos entre ambos subdistritos se desarrolla la Formación Meyer.

De igual forma, pueden encontrarse suelos cuarcíticos con hábitats muy restringidos y una flórua muy específica (Bécquer, 2004-2005a), así como cuerpos (escamas) imbricados de ofiolitas (Fig. 4A), que deben ser más jóvenes que el macizo en su conjunto, al extremo de que en la mayoría de ellos no se desarrolla la vegetación característica de áreas ultramáficas, lo que junto a su pequeño tamaño y el aumento del efecto borde de las formaciones vecinas, los convierte en los de menor riqueza de especies en el país entre las formaciones de su tipo (Vázquez *et al.*, 2006). Tanto Samek (1973) como Borhidi (1991) distinguen como

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

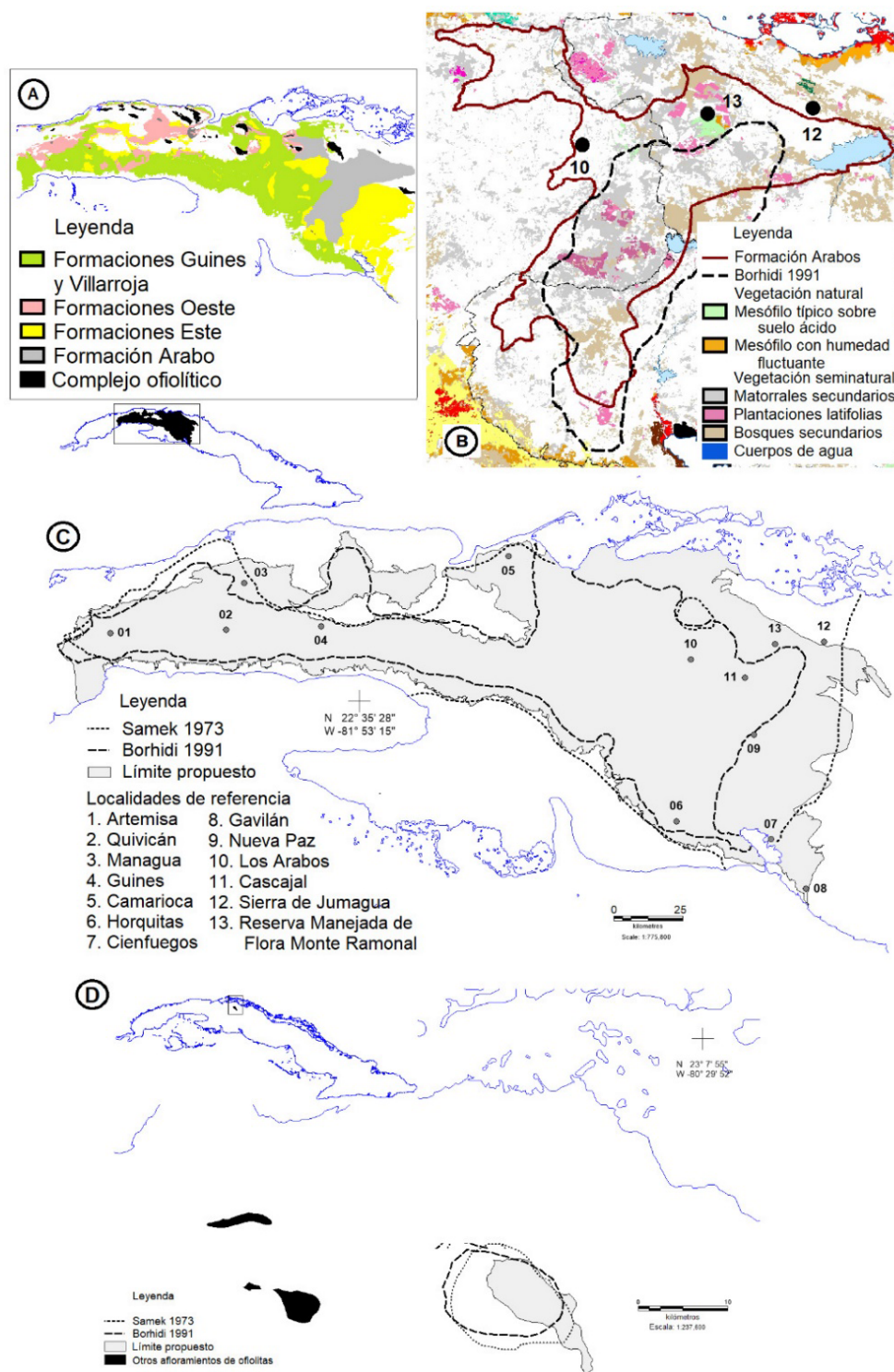


Figura 3. (A) Principales formaciones geológicas presentes en la llanura sur de la Habana-Matanzas (modificado de IGP/SGC, 2007; Núñez e Iturralde, 2019), (B) vegetación natural y seminatural del área donde se desarrolla la Formación Arabos (modificado de Estrada *et al.*, 2019) y Distrito Cascajalense (Borhidi, 1991) con leyenda reducida al área de influencia de la formación, (C) distrito Llanura Centro Occidental y (D) distrito Motembo (modificado de Núñez e Iturralde, 2019).

Figure 3. A) Main geological formations present in the southern plain of Havana-Matanzas (modified from IGP/SGC, 2007; Núñez and Iturralde, 2019), (B) natural and semi-natural vegetation of the area where the Arabos Formation develops (modified from Estrada *et al.*, 2019) and Cascajalense District (Borhidi, 1991) with legend reduced to the area of influence of the formation, (C) Central Western Plain district and (D) Motembo district (modified from Núñez and Iturralde, 2019).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

Al tomar en cuenta lo anterior, en este trabajo se estableció el límite Oeste del distrito en discusión en Bartolina, Ciénaga Oriental de Zapata (unos 10 km al Oeste de Juraguá), desde donde continúa hacia el Este hasta rodear la ciudad de Trinidad e incluir la Península de Ancón, límite Oeste del área que [Orozco y García \(2014\)](#) fijan para las arenas cuarcíticas de Casilda ([Fig. 5A](#)). Para nombrar al distrito se respetó el criterio de [Del Risco y Vandama \(1989\)](#), quienes separan el área en dos partes a las que denominan Jagua y Casilda.

Distrito Arenas Cuarcíticas de Casilda

Al Este del distrito Jagua, en la zona de Casilda, se desarrolla un área de la Formación Villaroja, a

la que [Peñalver et al. \(1982\)](#) describen como arenas arcillosas y arenas rojas, con guijarros y predominio absoluto del cuarzo ([Fig. 5B](#)), que se acumulan en una llanura fluvio-acumulativa de arenas cuarcíticas que se extiende como un margen costero ([Ortega, 1994](#)), desde la Ensenada de Casilda hasta la desembocadura del río Agabama, donde abarca unos 70 km² ([García y Orozco, 2015](#)). No obstante lo pequeña de su área, aunque unos 30 Km² mayor que la del Distrito Motembo, el contraste es evidente con las características físicas y botánicas de las áreas aledañas, lo que incluye al distrito Jagua; pues contiene, de acuerdo a [Orozco y García \(2014\)](#), al único matorral xeromorfo costero en el archipiélago que no se desarrolla sobre sustratos cársicos o arenas biogénicas, en el

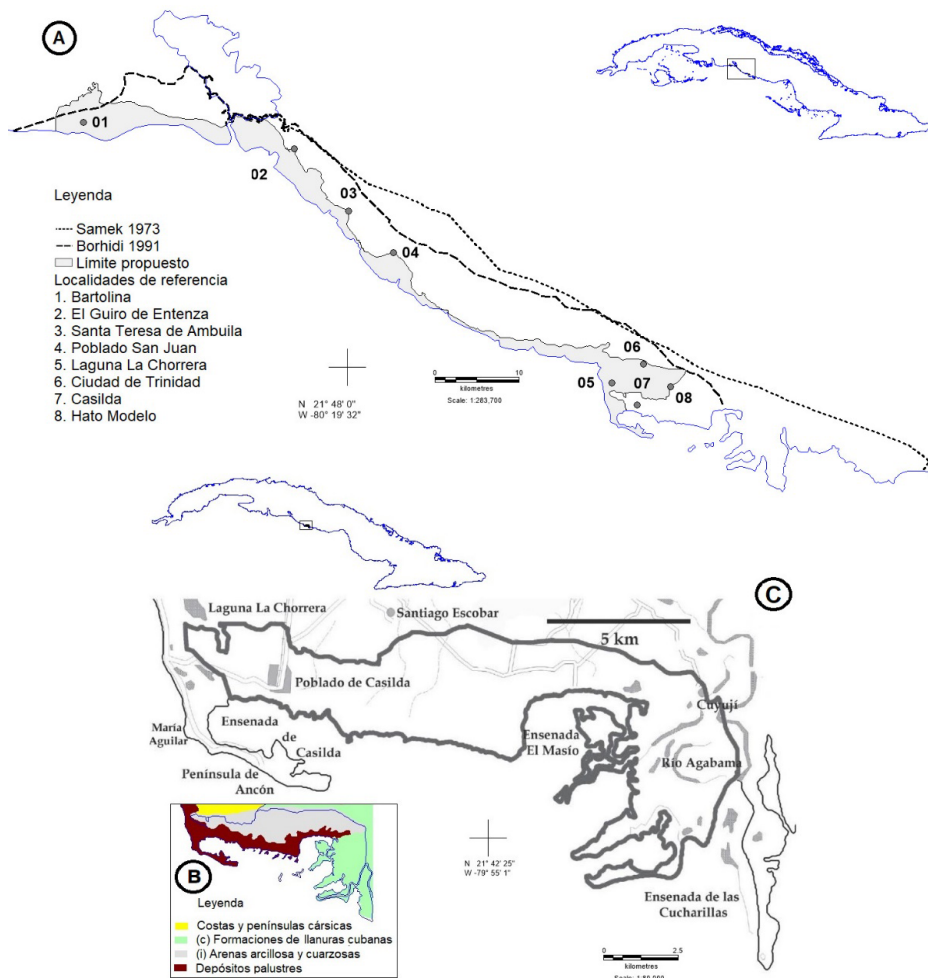


Figura 5. (A) Distrito Jagua (modificado de [Del Risco y Vandama, 1989](#)), (B) especificidad de las formaciones geológicas presentes en el Distrito Arenas Cuarcíticas de Casilda (modificado de [IGP/SGC, 2007](#)) y (C) área de arenas cuarcíticas de Casilda (tomado de [García y Orozco, 2015](#)).

Figure 5. (A) Jagua District (modified from [Del Risco and Vandama, 1989](#)), (B) specificity of the geological formations present in the Casilda Quartz Sands District (modified from [IGP/SGC, 2007](#)), and (C) area of quartz sands from Casilda (taken from [García and Orozco, 2015](#)).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

que destaca la presencia de 53 especies endémicas cubanas, de ellas cuatro estrictas del área (Samek, 1973; Orozco y García, 2014; García y Orozco, 2015; García *et al.*, 2017). Lo anterior permitió seguir la propuesta de Del Risco y Vandama (1989) y elevar su categoría fitogeográfica a nivel de distrito, cuya flora y vegetación se referencian en Orozco *et al.* (2014) y García y Orozco (2015); fuentes que se siguió para delinear el trazo de los límites distritales (Fig. 5C).

Queda por comprobar su relación con otras zonas de arenas silíceas, pues no se conoce de algún trabajo conclusivo al respecto, y una revisión rápida mostró que de 343 especies que reportan García *et al.* (2017) para el área, solo 83 se comparten con las 680 especies que en conjunto citan Cejas y Herrera (1995) y Villate *et al.* (2016) para las arenas blancas de Pinar del Río-Isla de la Juventud, y para San Ubaldo-Sabanalamar respectivamente, la mayoría de amplia distribución y de ellas solo 11 endemismos. *Ipomoea flavopurpurea* Urb., que se tenía como endemismo estricto de Casilda (Rankin y Areces, 2003; Greuter y Rankin, 2017), se reporta en la actualidad en localidades de Las Tunas y Granma (Ramírez, 2014; Orozco *et al.*, 2015).

Distrito Serpentinias Santa Clara (Claraense)

Con Motembo sin incluir, de acuerdo al criterio de Samek (1973), las serpentinas de Santa Clara representan cerca del 10% del área serpentinitica cubana (Noa y Castañeda, 1998), y constituyen uno de los principales centros de evolución en Cuba Central (Noa y Castañeda, 1998), a pesar de su juventud en comparación con otros afloramientos serpentiniticos de Cuba. En lo relativo a su basamento geológico, las formaciones específicas para el área tienen poca extensión (Fig. 6A); con basaltos afíricos, esquistos y algunos tipos de gabros y diabasas; mientras que otras que se comparten con otras regiones del país ocupan una mayor área: ultramafitas, granodioritas y cortezas de intemperismo laterítica sobre ultrabasitas (Núñez e Iturralde, 2019). Intercalándose en esta matriz, aparecen afloramientos de formaciones no ofiolíticas, calizas en su mayoría (Borhidi y Muñiz, 1986; Borhidi, 1991) que solo se presentan en la región: Formaciones Vega Alta, La Rana, Amaro, Constancia e Hilario; a las que se suman otras visibles en distintas partes del archipiélago: Formación Carmita y Santa Teresa.

La validación cartográfica de sus límites, como para los demás distritos ofiolíticos cubanos, se simplificó

con el empleo de la demarcación del complejo ofiolítico, en el mapa de Constitución Geológica (Núñez e Iturralde, 2019). Estos límites incluyeron los afloramientos al Sur y Suroeste de la ciudad Santa Clara, que constituyeron, por su composición florística y extensión, el núcleo más importante (Samek, 1973; Noa y Castañeda, 1998; Méndez *et al.*, 2015); y las colinas que emergen en la Sierra de Agabama por encima de los 450 msnm (Rivero, 1995), ambos en la provincia de Villa Clara. A estos se sumaron los de Minas de Jarahueca, San Felipe y por último las serpentinas de Guadalupe, todas al Norte de la provincia de Sancti Spiritus (Fig. 6B), que se constituyeron en el límite de distribución oriental u occidental de algunos de los elementos de la flórmula serpentinitica, e importante eslabón en las rutas migratorias de sus componentes (Ramírez y Castañeda, 2017).

Distrito Sagüense

El área en la que vuelven a primar los sustratos calizos hacia la parte centro oriental de Cuba es la más extensa de la isla, lo que lleva a que tanto Samek (1973) como Borhidi y Muñiz (1986) señalen la posibilidad de su división, como hacen los segundos, quienes proponen tres distritos: Sagüense, Guaimarense y Cautoense. Estos autores reconocen su poca endemidad local, que se acumula hacia las alturas cársicas; y relativa monotonía, de forma particular en el tercero de los distritos mencionados (Samek, 1973; Borhidi y Muñiz, 1986, Del Risco *et al.*, 1999), además de referirse al fuerte impacto humano en toda el área (Borhidi y Muñiz, 1986; Ricardo *et al.*, 2008).

En lo relativo a la litología del área que comprende el distrito Sagüense (Borhidi y Muñiz, 1986), su zona costera Norte la domina la Formación Camacho (Fig. 6C). Aledaña a esta formación se dispone otro grupo con una susceptibilidad de media a alta en la formación de carso (Gutiérrez *et al.*, 2019) (Formaciones Noroeste en la Fig. 6C); a saber: Amaro, Grande, Lutgarda, Margarita, Mata, Trocha, Vega y Veloz, con una mejor representación hacia el Oeste; a las que se suman las Formaciones Constancia, Caibarién, Chambas, Paraíso, Palenque y Purio, más al Este de la agrupación.

Estas formaciones conforman una franja que se adentra por el Noroeste en el distrito Llanura centro occidental; franja en la que se disponen lo que León (1946) nombra “sierras calizas del Norte”, que incluyen a Sierra Morena, Mogotes de Jumagua que

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

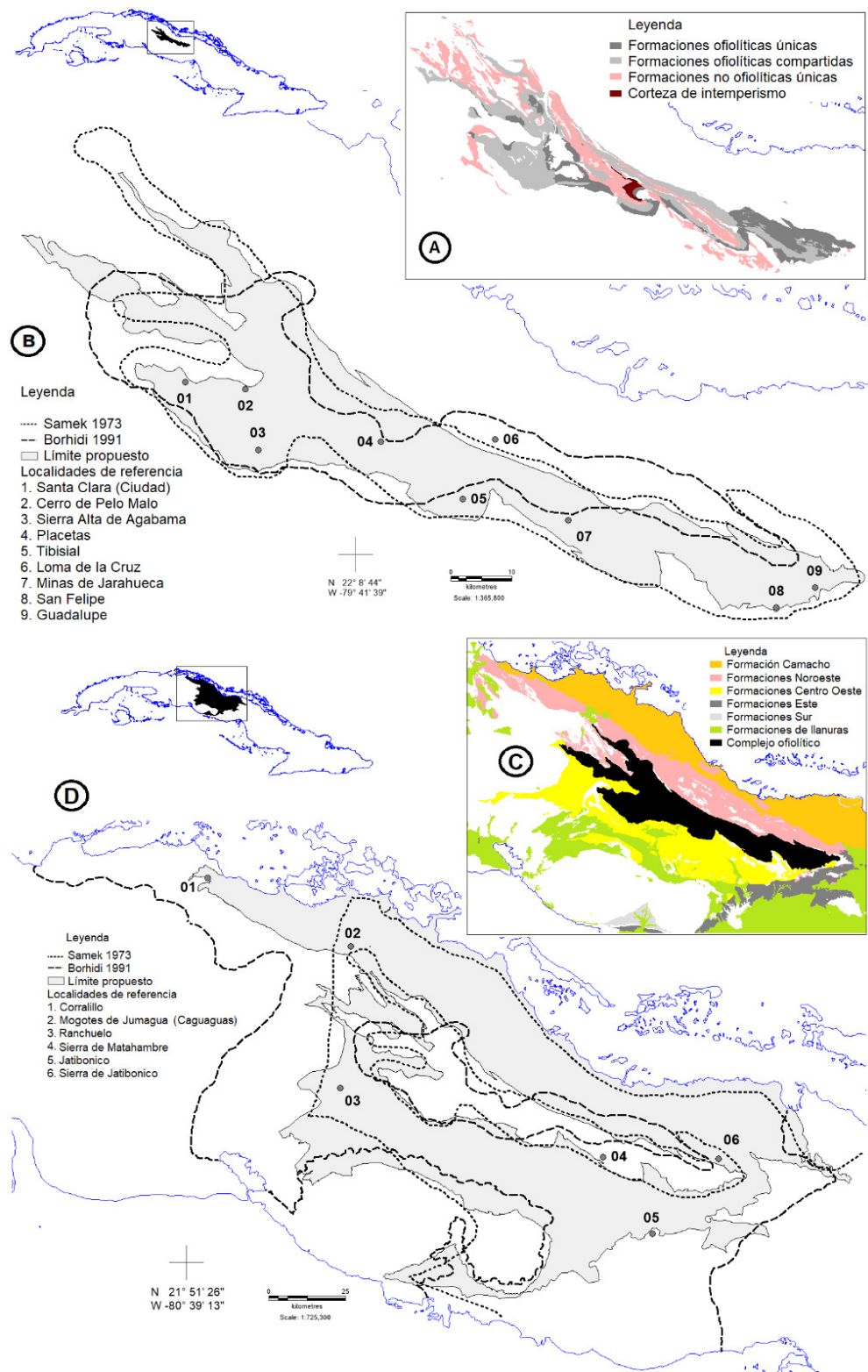


Figura 6. (A) Especificidad de las formaciones geológicas presentes en las serpentinas de Santa Clara (modificado de Núñez e Iturralde, 2019), (B) Distrito Serpentina de Santa Clara Serpentina (Claraense) (modificado de IGP/SGC, 2007; Núñez e Iturralde, 2019), (C) especificidad de las formaciones geológicas presentes en el Centro de Cuba (modificado de IGP/SGC, 2007), y (D) Distrito Sagüense.

Figure 6. (A) Specificity of the geological formations present in the Santa Clara serpentines (modified from Núñez and Iturralde, 2019), (B) Santa Clara Serpentine District (Claraense) (modified from IGP/SGC, 2007; Núñez and Iturralde, 2019), (C) specificity of the geological formations present in the Center of Cuba (modified from IGP/SGC, 2007), and (D) Sagüense District.

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

León (1946) y Borhidi y Muñiz (1986) tratan como Caguaguas. Se continúan con las lomas de Matahambre y Jatibonico, en los que la alternancia de suelos crea barreras ecológicas que actúan como filtro ante la dispersión, y generan una flora interesante (Más y Romero, 2011-2012; Álvarez y Torres, 2015) tan singular que incluso guarda poca relación con el contingente calizo que constituye la cayería al Norte (Romero *et al.*, 2015; Falcón *et al.*, 2013-2014), y en la que el área de distribución de los endemismos locales es exclusiva casi de manera general para los farallones y cimas del complejo de vegetación (Castañeda, 2006).

Al sur de las de las serpentinadas de Santa Clara, en lo fundamental, aparecen las Formaciones Ochoa, Santa Clara, Cabaiguán, Olistostroma Taguasco, Bruja, Damují, Miembro Arroyo Guásimas, Ranchuelo, Provincial, Los Pasos, Zaza, Seibabo y Cotorro (Formaciones Centro Oeste, Fig. 6C); y casi en el límite Este del Sagüense (Borhidi y Muñiz, 1986), se despliegan las Formaciones Lagunitas, Jatibonico, Tamarindo y Arroyo Blanco (Formaciones Este, Fig. 6C). Por su parte, las Formaciones Condado y Villaroja (Formaciones Sur, Fig. 6C) bordean la ladera Sur de Guamuhaya; mientras que, a través de las zonas bajas al Norte de Guamuhaya, como un enlace entre los distritos de llanuras cubanas, aparecen las formaciones típicas de las mismas: Formaciones Blanquizar, Cojímar, Guevara, Güines, Matagua, Paso Real y Villaroja (Formaciones de llanura, Fig. 6C), que en conjunto con las anteriores nos facilitan la delimitación física del distrito.

Valdés y Capote (1989), cuando describen la flora y vegetación de las alturas al nordeste del valle del Río Sagua la Grande, mencionan también el bajo endemismo, en su mayoría especies pancubanas del complejo de mogote. Este hecho contrasta con la mayor presencia de especies endémicas en las zonas bajas de la parte central del distrito, para concluir con ello que el distrito Sagüense solo coincide geográficamente con estas alturas, que incluyen los mogotes de Jumagua hasta la Sierra de Jatibonico; y agregan el resto del área al distrito Guaimarense.

Sin embargo, como se aprecia en la conformación geológica del distrito, y a pesar de la vastedad del mismo, las agrupaciones que lo conforman se distribuyen de forma tan regular, con ninguna o poquísima representación fuera de la región. De seguir el criterio

de Valdés y Capote (1989), se puede pensar más en una subdivisión del distrito que en la adición de su parte central a cualquiera de los alrededores, o decantarse, como se hace en este trabajo (Fig. 6D), por seguir la propuesta de Borhidi y Muñiz (1986) y tomar los bordes externos de las agrupaciones mencionadas para trazar los límites distritales como un todo.

Distrito Guaimarense

De forma similar al anterior, en el área que corresponde a este distrito (Borhidi y Muñiz, 1986), aparecen formaciones geológicas únicas o con muy poca representación en el resto del archipiélago, en este caso más susceptibles a la formación de carso (Fig. 1B), cubiertas por suelos en su mayoría fértiles: rojos ferralíticos rojos desde Ciego de Ávila a Morón, y con predominio de los pardos tropicales desde Camagüey a Holguín (Borhidi, 1991). Así, al Norte se disponen las Formaciones Embarcadero, Nuevititas, Senado y Grupo Remedios (Formaciones del Norte en la Fig. 7A); éste último asiento de la Sierra de Cubitas (Méndez *et al.*, 1986), cuya evolución geológica y paleogeográfica se vincula al complejo ultrabásico que la bordea al Sur (Méndez *et al.*, 1988), cuyos elementos penetran en sus áreas naturales (Méndez *et al.*, 1988), algunas todavía de interés en su parte Oeste (Martínez y Reyes, 2015).

Al Sur y Este del complejo ultrabásico que se menciona, aparecen las Formaciones Caobilla, Durán, Florida, Grupo Buenaventura, Guáimaro, Piragua, Presa Jimaguayú, Río Yaquimo, San Nicolás, Saramaguacán, Vertientes y Vidot; y Miembros Berrocal y Miembro Sirven, Las Gordas y San Mateo (Formaciones del Centro, Fig. 7A); junto a las Formaciones Versalles y Cuabitas, que se manifiestan cada una también al occidente y oriente del país. Por su parte, a las ofiolitas holguineras las rodean las Formaciones Camazán, Jutía, Río Jagüeyes y Yayal, más el Miembro Pedernales (Formaciones del Este, Fig. 7A).

En la zona central del distrito se desarrollan promontorios calizos dispersos y de poca altura, entre los que sobresale, hacia su parte Norte, la Sierra de Maraguán; que corre a lo largo de la Formación Saramaguacán y; como la Sierra de Cubitas; recibe la influencia de las ofiolitas cercanas (Barreto *et al.*, 1999). Más al Sur, las Sierras de Najasa y del Chorriillo se disponen sobre la única representación de la Formación Chirino existente fuera de las Colinas y Valles Bahía Honda-Limonar (Jarucoense).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

Se debe mencionar también que al Sur de la ciudad de Las Tunas existen varios afloramientos de cuarzo, en los que Verdecia (Ramírez, 2014) menciona la existencia en ellos de una vegetación seminatural sobre arena sílice, con reportes de *Ipomoea flavopurpurea* Urb., compartida con Casilda, y que Orozco *et al.* (2015) mencionan también para Campechuela, Granma, al parecer en una localidad sin ese tipo de sustrato.

Entre los Distritos Sagüense y Guaimarense (Borhidi y Muñiz, 1986), y extendidos hacia la parte Sur del segundo, con excepción de los depósitos palustres costeros, se disponen las formaciones típicas de las llanuras cubanas: Formaciones Río Macío, Blanquizar, Cojimar, Guevara, Güines, Matagua, Paso Real y Villaroja (Formaciones de llanuras, Fig. 7A), que sin embargo tienen poca representación en el primero de los distritos mencionados. La única altura visible en esta agrupación geológica es la Loma de Cunagua (Judas), que León (1946) considera continuación, junto con la Sierra de Cubitas, de las alturas calizas del Norte del distrito Sagüense, todas ellas, sin embargo, con basamentos geológicos diferentes (Fig. 7B).

Este hecho de que los Distritos Sagüense y Guaimarense difieran en su contingente de formaciones geológicas, y que a su vez otras de amplia distribución se sitúen entre ellos, nos llevó a desechar la propuesta de Samek (1973) que, aunque concuerda en esa posibilidad, no los distingue en su esquema fitogeográfico, y seguir la de Borhidi y Muñiz (1986), quienes los consideran independientes.

Como ocurre con el distrito Llanura Yaguaramas-Cascajal (Cascajalense) de Borhidi y Muñiz (1986), la zona del delta del río Cauto no escapa a las afectaciones antrópicas que dominan casi toda Cuba Central; en este caso la salinización que sufre producto de la construcción de la represa Ejército Rebelde (Denis, 2015), así como la actividad agrícola que se lleva a cabo en gran parte del área (Borhidi y Muñiz, 1986; Del Risco *et al.*, 1999); donde pueden ocurrir sorpresas como el redescubrimiento de *Crotalaria urbaniana* H. Senn (Beyra *et al.*, 1992), que se refiere solo para la Cuenca del Cauto y que en determinado momento Borhidi y Muñiz (1983) reportan como extinta.

Samek (1973) no encuentra fundamentos sólidos que justifiquen una división fitogeográfica más en detalle

para la región; y Borhidi y Muñiz (1986) apenas dedican unas líneas a la descripción del mismo, en el que dominan el bosque siempreverde de ciénaga y el bosque de galería, además de una sabana natural precostera (Del Risco *et al.*, 1999; Reyes, 2011-2012), que Borhidi y Herrera (1977) incluyen entre las “tierras originalmente abiertas, generalmente gramíneas, estacionalmente inundadas” (*sic*). No obstante, para delimitar el área solo hay que basarse en el espacio que ocupa la Formación Cauto, a la que conforman arcillas, limos, arenas, gravas y conglomerados (Formaciones del Cauto Fig. 7A).

Distrito Serpentinillas de Camagüey (Camagüeyense)

La composición petrográfica básica de las ofiolitas de Camagüey es de serpentinitas (Martínez y Reyes, 2015; IGP/SGC, 2007), que comparten con las ofiolitas orientales, y afloramientos de las formaciones calizas al Sur del distrito, en su mayoría de la Formación Caobilla (Fig. 7C), en las que es notable el efecto de borde que provoca la influencia de las serpentinitas, como por ejemplo en la llanura de Maraguán (Barreto *et al.*, 1999), el Cerro de Tuabaquey y la Sierra de Cubitas (Méndez *et al.*, 1986), con la intrusión de plantas con un increíble banco genético, resultado del factor oligotrófico que las fuerza a absorber materiales venenosos y tolerarlos (Pérez, 2004).

Este distrito ofiolítico es el más extenso de Cuba Central (Berazaín *et al.*, 1985; Berazaín, 1999; Méndez *et al.*, 2004-2005), con buen estado de preservación desde el punto de vista geológico (Iturralde, 1996), y cuya parte biótica subsiste a pesar de la deforestación casi absoluta que sufrió la provincia desde los primeros años de la conquista (Méndez y Balboa, 1999; Martínez y Reyes, 2015). La validación cartográfica de sus límites (Fig. 7D) se simplificó con el empleo de la demarcación del complejo ofiolítico de Núñez e Iturralde (2019).

Distrito Serpentinitas de Holguín (Holguinense)

Las ofiolitas holguineras se ubican en una zona de colinas bajas y llanuras, con pendientes poco pronunciadas hacia la parte Sur (GeoCuba, 2009), donde el olistostroma de la Formación Haticos tiene su mayor extensión, y una parte llana que se desarrolla al Norte, con afloramientos de serpentinita, Formación Iberia, basalto-andesítica (Brezsnyánszky y Boros, 1992); y un amplio predominio del complejo ofiolítico (Núñez e Iturralde, 2019), mientras la formación más joven, Vigía, bordea al distrito, en lo fundamental

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

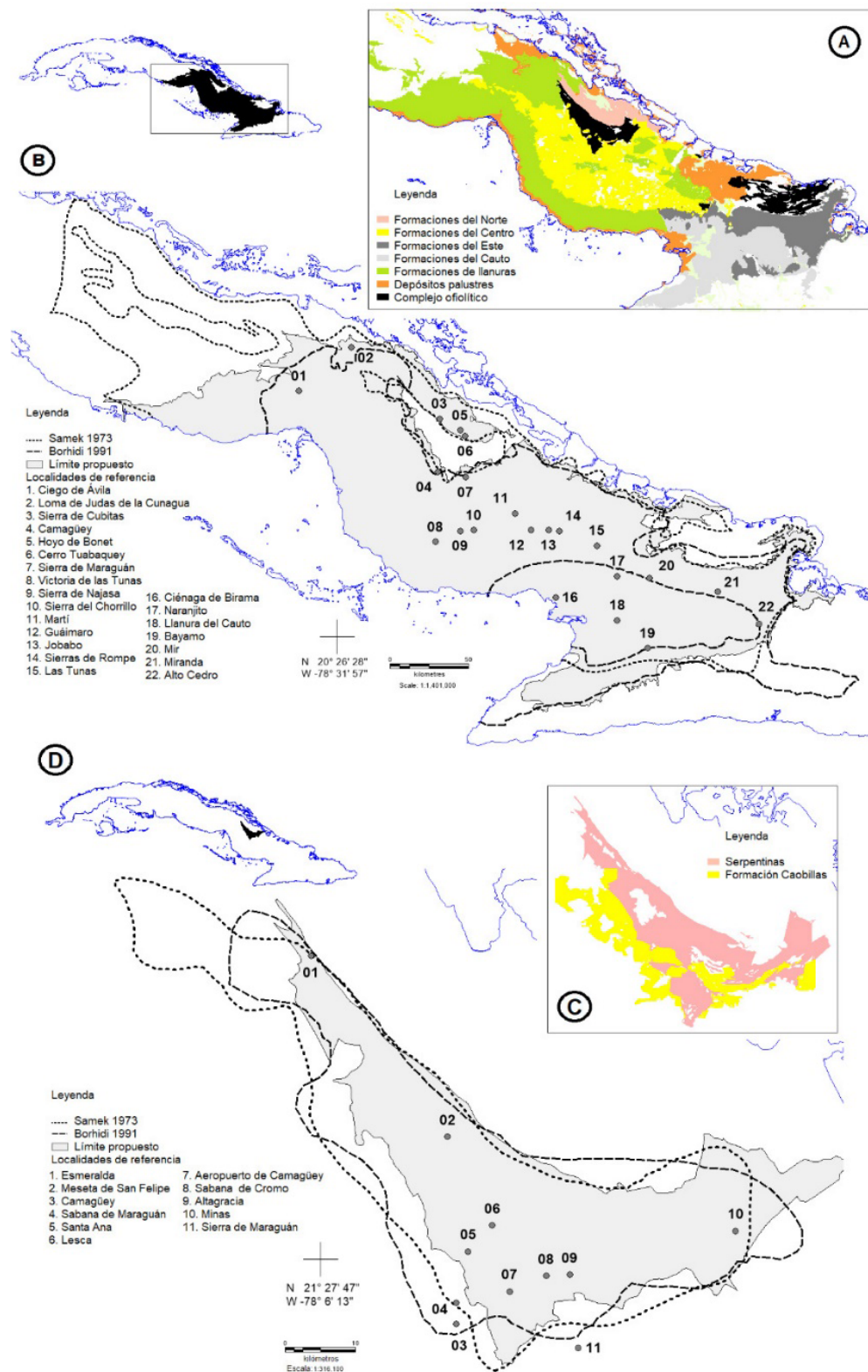


Figura 7. (A) Especificidad de las formaciones geológicas presentes en el Centro Oeste de Cuba (modificado de IGP/SGC, 2007), (B) Distrito Guaimarensis, (C) especificidad de las formaciones geológicas presentes en las serpentinas de Camagüey (modificado de IGP/SGC, 2007; Núñez e Iturralde, 2019) y (D) Distrito Serpentina de Camagüey (Camagüeyense).

Figure 7. (A) Specificity of the geological formations present in the Central West of Cuba (modified from IGP/SGC, 2007), (B) Guaimarensis District, (C) specificity of the geological formations present in the Camagüey serpentines (modified from IGP/SGC, 2007; Núñez and Iturralde, 2019) and (D) Serpentina District of Camagüey (Camagüeyense).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

hacia su parte Sureste (Brezsnyánszky y Boros, 1992) (Fig. 8A). La validación cartográfica de sus límites (Fig. 8B) se simplificó con el empleo de la demarcación del complejo ofiolítico de Núñez e Iturralde (2019).

El territorio se considera el límite occidental de distribución de casi la tercera parte de los endemismos de Cuba Centro-Oriental, de acuerdo a Gómez y Cuellar (2011-2012). Sin embargo, al contrario de las serpentininas de Camagüey, en algunos sitios el matorral xeromorfo espinoso ha sido tan degradado, que penetran especies atípicas de los ecosistemas serpentinícolas; lo que reduce el índice de endemismo en relación a lo que se espera para el distrito (Gómez y Cuellar, 2011-2012), fenómeno que también ocurre para los afloramientos de Guamuhaya (Vázquez *et al.*, 2006), así como en las lomas de La Coca y La Cuaba, Baracoa (Gómez y Cuellar, 2011-2012).

Distrito Costa y Cayería septentrional de Cuba Centro-Oriental (Gibarense)

A diferencia de la Cayería Sur, a este distrito lo conforman tanto los cayos del Archipiélago Sabana-Ca-

magüey; como partes de la tierra firme al Sureste de los mismos y de la zona costera que continúa desde la bahía de Nuevitas hacia el Este. El Archipiélago ocupa una franja de alrededor de 465 km a lo largo de la zona Norte Central de Cuba, desde Matanzas hasta Camagüey (Martínez *et al.*, 2008), y por sus características geológicas y geográficas se divide en dos subzonas: Archipiélago de Sabana, desde Hicacos hasta Cayo Frago, con cayos pequeños en los que dominan los depósitos palustres y que como contrapartida terrestre tienen hacia la costa a la Formación Camacho (limos y arcillas), que se ubica en el Distrito Sagüense (Fig. 9A).

Le sigue el Archipiélago de Camagüey, desde Cayo Francés hasta Cayo Sabinal, con depósitos palustres en la zona costera de la isla de Cuba, excepto unos parches de la Formación Nuevitas, entre Bahía de Nuevitas-Oeste Playa Piloto. En los cayos de mayor superficie predomina la Formación Jaimanitas, que continua por toda la costa Noreste, rodea a la Formación Gibara en la localidad homónima, y se intercala con la Formación Júcaro desde Playa Caletica hasta la Bahía de Cebollas (Fig. 9A).

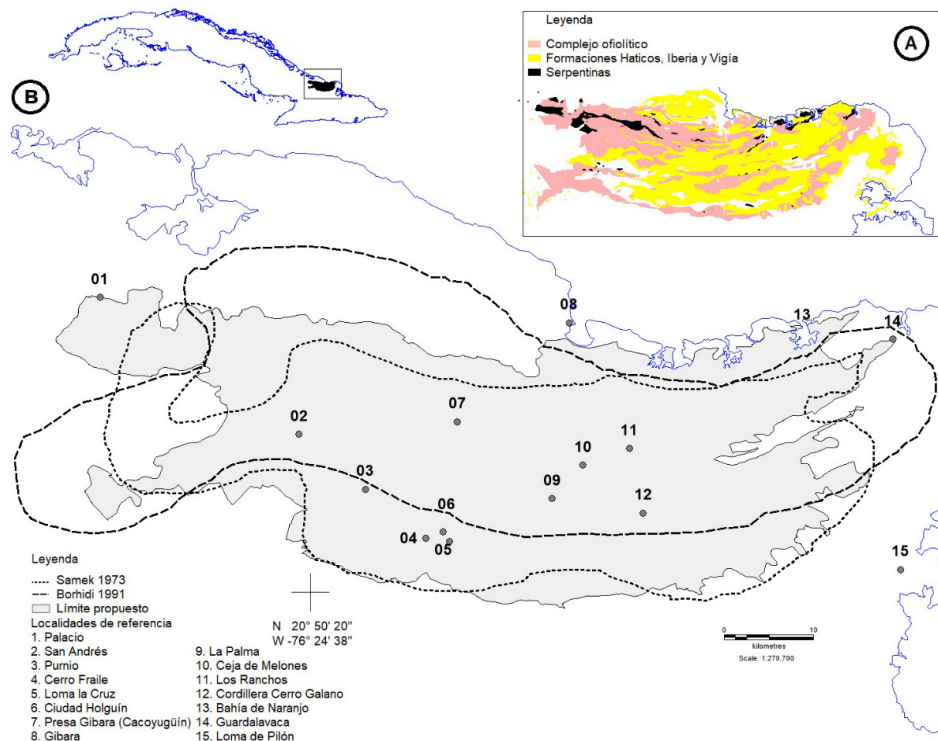


Figura 8. (A) Especificidad de las formaciones geológicas presentes en las serpentininas de Holguín (modificado de IGP/SGC, 2007; Núñez e Iturralde, 2019) y (B) Distrito Serpentininas de Holguín (Holguinense).

Figure 8. (A) Specificity of the geological formations present in the Holguín serpentininas (modified from IGP/SGC, 2007; Núñez and Iturralde, 2019) and (B) Serpentininas de Holguín District (Holguinense).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

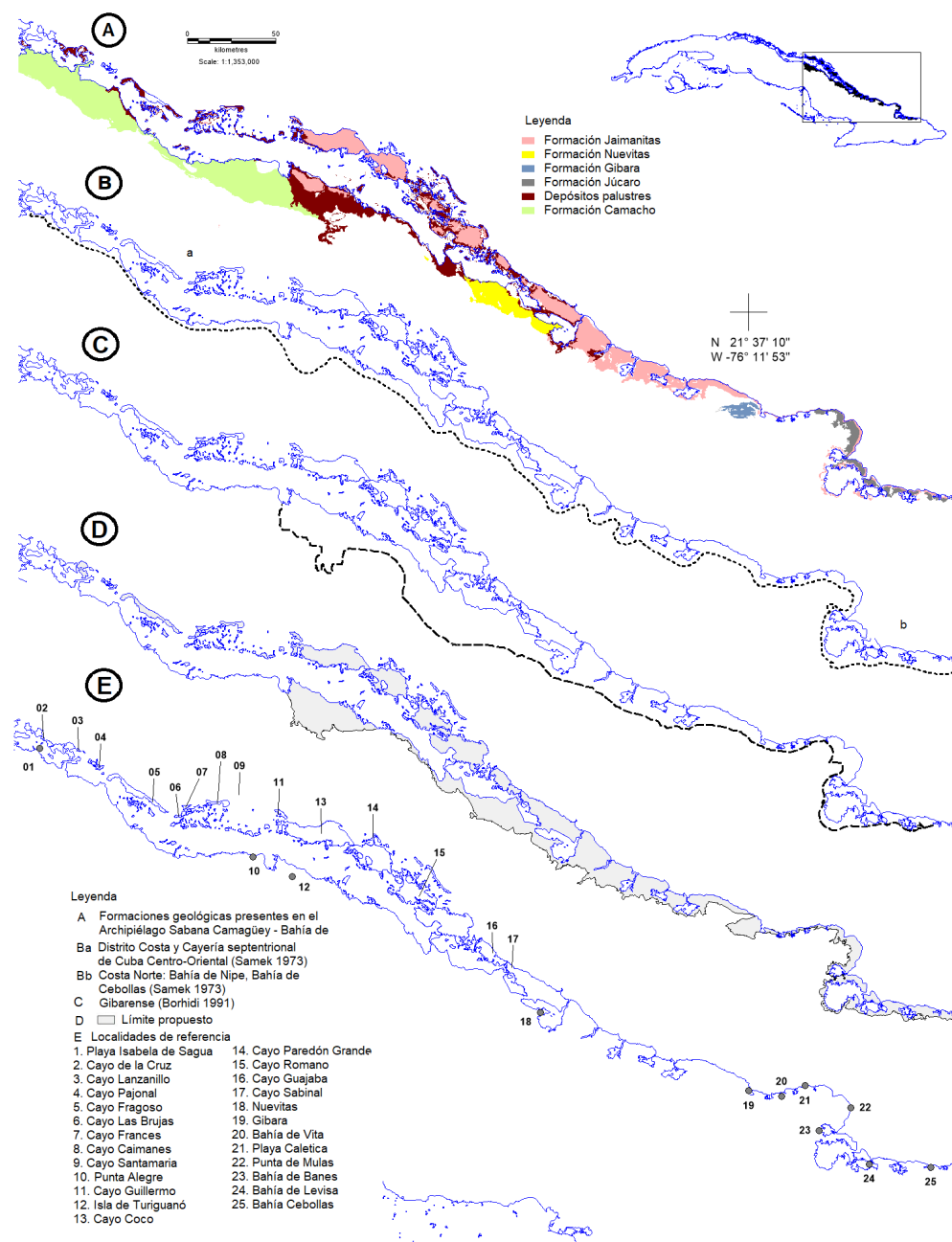


Figura 9. Especificidad de las formaciones geológicas presentes en el Archipiélago Sabana Camagüey-Bahía de Cebollas (modificado de IGP/SGC, 2007) y Distrito Costa y Cayería septentrional de Cuba Centro-Oriental (Gibarenses).

Figure 9. Specificity of the geological formations present in the Sabana Camagüey Archipelago-Bahía de Cebollas (modified from IGP/SGC, 2007) and Coastal District and Northern Keys of Central-Eastern Cuba (Gibarenses).

Samek (1973) inicia el distrito a la altura de Isabela de Sagua, sin fijar límites geográficos, y restringe el ancho del mismo al área de distribución de *Coccothrinax litoralis* León, para finalizarlo en la Bahía de Nipe a continuación de lo cual describe al distrito “Costa Norte: Bahía de Nipe, Bahía de Cebollas” (Fig. 9B). Por su parte, Borhidi y Muñiz (1986) también añaden algunas colinas calizas hacia el inte-

rior de la isla de Cuba, para lo que alegan razones fitogeográficas: Loma Cunagua, Sierra de Cubitas y grupo de Maniabón (Fig. 9C). En este trabajo dichas alturas se consideraron insertas en las llanuras que los abarcan por el Sur, ateniéndonos a los criterios que tratan León (1946); Samek (1973); Gerhartz y Barreto (en Méndez *et al.*, 1988); Méndez *et al.*, 1986, 1988; Falcón *et al.*, 2013-2014, Martínez y Reyes, 2015,

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

Romero *et al.*, 2015); a los que se agregan los de López (2004) y Hernández (2004) para el grupo de Maniabón.

González *et al.* (2006a) mencionan que del total de especies presentes en el área Bahía de Cananova - Bahía de Cebollas, comprendida en el segundo distrito, solo un 6.14% son endemismos, con predominio de los pancubanos y solo tres endémicos exclusivos de Cuba centro - oriental y tres de Cuba oriental; contra el 12-16% de endemismo que ocurre en localidades costeras del tramo Gibara - Punta de Mulas (González *et al.*, 2006b,c; González *et al.*, 2015), que incluye la relocalización de dos especies endémicas estrictas de Gibara y la publicación de una nueva, *Acanthodesmos gibarensis* (González, 2015).

Por lo anterior, este trabajo mantiene el criterio de Borhidi & Muñiz (1986) de incluir el distrito “Costa Norte: Bahía de Nipe, Bahía de Cebollas” (Samek 1973) en el aquí tratado (Fig. 9D); y se toman como límites los cayos del Archipiélago Sabana-Camagüey; en la cayería; y en la parte terrestre desde Punta Alegre, donde aparece la Formación Jaimanitas, hasta la Bahía de Cebollas (Fig. 9E). Se excluye la Formación Camacho, que transcurre en la zona costera al Suroeste del Archipiélago Sabana.

Consideraciones finales

El análisis de factores orográficos y litológicos, en lo fundamental, proporcionó agrupamientos de formaciones geológicas que se distribuyeron de forma tan regular y exclusiva, que sus bordes externos configuraron 14 geosistemas o espacios geográficos (Fig. 10), que sirvieron de patrón para la delimitación de los distritos de Cuba Central cuando se añadieron las propuestas y caracteres cualitativos que aportan Samek (1973) y Borhidi y Muñiz (1986). Sólo en

cinco de estos distritos hubo coincidencia entre los criterios de dichos autores y este trabajo: “Costa Norte Habana-Matanzas (Havanense)”, Guamuha (Trinidadicum) y los distritos ofiolíticos de Santa Clara (Claraense), Camagüey (Camagüeyense) y Holguín (Holguinense); de los que se excluyó Motembo, que por sí mismo conformó un distrito de acuerdo al criterio de Samek (1973).

No obstante, para el caso de los distritos ofiolíticos, la configuración y extensión del área varió entre cada una de las propuestas, debido a lo irregular de la distribución de las formaciones geológicas que los sustentan. De forma similar, en el caso de “Guamuha (Trinidadicum)”, aunque todas las propuestas coinciden de forma conceptual; se corrigió el trazo de sus límites al seguir la trayectoria de las curvas de nivel que lo delimitan, corrección a la que se añadió el nombrarlo “Guamuha (Trinidadicum)”, a secas, sin añadir el nombre de Escambray con el que lo relacionan de forma errónea.

Bastante proporcional a los esquemas originales resultó también “Cayería Sur”, que solo menciona Samek (1973), y “Costa y Cayos Septentrional (Gibarense)”, en los que su condición de cayería condicionaron los límites de los distritos, más el predominio de la Formación Jaimanitas en el segundo, por lo que se siguió el criterio más abarcador de Borhidi y Muñiz (1986) sobre el de Samek (1973), que considera dos distritos para la región. Igual razonamiento se siguió en “Colinas y Valles Bahía Honda-Limonar (Jarucoense)”, que resumió las tres propuestas de Samek (1973) en la única de Borhidi y Muñiz (1986). Este distrito se dividió en su región Este en tres fragmentos, a los que separaron franjas de la formación geológica presente en la llanura que los rodea al Sur; propuesta excepcional en el tratamiento que

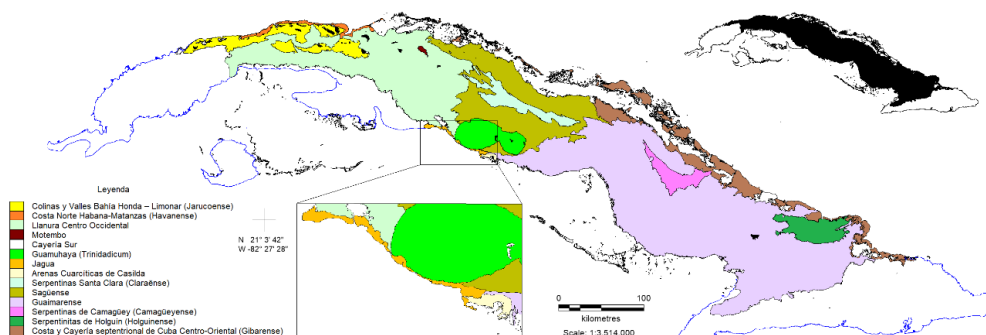


Figura 10. Límites de los distritos fitogeográficos de Cuba Central.

Figure 10. Limits of the phytogeographic districts of Central Cuba.

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

ofrecen las regionalizaciones fitogeográficas cubanas conocidas, pero en concordancia con el objetivo de la investigación, y que debe acompañarse de una sustentación florística, que creemos difícil establecer por el mal estado de conservación de los paisajes del área.

El deplorable estado de conservación de la Llanura Yaguaramas - Cascajal y del delta del río Cauto no ameritó su distinción distrital como Cascajalense y Cautoense, por lo que ambos fueron asimilados respectivamente por la “Llanura Centro Occidental”, que incluyó al distrito Güinense; y en el Distrito Guaimarenses. También con respecto a Cuba Centro-Oriental, el análisis se decantó por la fórmula distrital de Borhidi y Muñiz (1986) y consideró como válido al distrito Sagüense.

El caso contrario fue la propuesta de los distritos “Jagua” y “Casilda”. En el primero se siguió el criterio de Del Risco y Vandama (1989) y lo conformaron la zona occidental del antiguo distrito Costa Trinidad (Casildense), que dichos autores sitúan hacia el extremo más oriental del antiguo distrito. Casilda, por su parte, se situó en una región bien descrita en los trabajos de Orozco y García (2014), García y Orozco (2015) y García *et al.* (2017).

CONCLUSIONES

El manejo de herramientas SIG y de teledetección permitió obtener el mapa digital de catorce distritos fitogeográficos en Cuba Central, mediante la integración de factores físico-geográficos con caracteres cualitativos que proveyó el conocimiento de las regionalizaciones fitogeográficas, lo que confirmó la idoneidad del mapa Distritos fitogeográficos editado en el Atlas Nacional de Cuba “LX Aniversario”. Se recomienda continuar esta investigación mediante el ajuste de los límites fitogeográficos de los distritos cubanos del sector Cuba Oriental. Todo aporte para el ajuste de los límites aquí propuestos será bien recibido por los autores, para proceder a la actualización del mapa que se presenta.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Arturo Hernández Marrero, del Instituto de Ecología y Sistemática, la digitalización de los esquemas originales de los distritos fitogeográficos de Samek (1973) y Borhidi (1991), a Hilda María Alfonso de Anta por la revisión de los términos físico-geográficos, y a Indira Farrés Vigil, del Instituto

de Geografía Tropical, la adaptación final del mapa obtenido a los requerimientos exigidos por el Comité de Redacción del Atlas Nacional de Cuba “LX Aniversario”. También se agradece la minuciosa revisión y recomendaciones de los árbitros anónimos.

LITERATURA CITADA

- Alain Hno. 1946. *Notas taxonómicas y ecológicas sobre la flora de Isla de Pinos*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio “De La Salle”. No. 7. La Habana.
- Alain Hno. 1958. La flora de Cuba: sus principales características, su origen probable. *Revista de las Sociedad Cubana de Botánica*. 15: 36-59.
- Albear JF de Rorre, A Carassou G, Pérez, E. 1992. Nuevos datos sobre la Formación Güines del mioceno de Cuba occidental. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 20: 16-29.
- Álvarez E, Torres EM. 2015. Conteo de *Tabebuia myrtifolia* en el Área Protegida “Mogotes de Jumagua”. *Bissea*. 9 (NE 1): 1.
- Ávila MJ, Enríquez SN. 1988. Cuatro nuevas familias para el distrito fitogeográfico serpentina de Camagüey. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 9: 85-88.
- Barreto A, Herrera P, Del Risco E, Enríquez N. 1999. Listas florísticas de la Reserva Natural de Maraguán, provincia Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 190: 1-10.
- Bécquer ER. 2004-2005a. Estudios taxonómicos en el género *Pachyanthus* (Miconieae, Melastomataceae) I. *Pachyanthus clementis* vs *Pachyanthus lunanus*. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-23: 39-43.
- Bécquer ER. 2004-2005b. Espermatófitos de las alturas cársicas Tetas de Juana, Alturas de Banao, Cuba Central. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 87-101.
- Bécquer ER. 2004-2005c. La flora sinantrópica de las alturas cársicas Tetas de Juana, Alturas de Banao, del Macizo Guamuhaya, en Cuba Central. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 103-112.
- Berazaín R. 1999. Estudios en plantas acumuladoras e hiperacumuladoras de níquel en las serpentina del Caribe. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 20: 17-30.
- Berazaín R, Rankin R, Arias I, Gutiérrez J. 1985. Notas sobre la vegetación de serpentina en Camagüey. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 6: 63-78.

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

- Beyra A, López A, Darías VM, González R. 1992. *Crotalaria urbaniana* Senn: su redescubrimiento en Cuba y conservación "ex situ". *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 13: 45-47.
- Borhidi A. 1991. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Borhidi A, Herrera RA. 1977. Génesis, características, y clasificación de los ecosistemas de sabana de Cuba. *Ciencias Biológicas*. 1: 115-130.
- Borhidi A, Muñiz O. 1983. *Catálogo de plantas cubanas amenazadas o extinguidas*. Editorial Academia. La Habana.
- Borhidi A, Muñiz O. 1986. The phytogeographic survey of Cuba. II. Floristic relationships and phytogeographic subdivision. *Acta Botanica Hungarica*. 32: 3-48.
- Bosch D, Camacho E, Ortega F. 1984. Influencia de las rocas calizas en la génesis de los suelos Ferralíticos Rojos de las llanuras cárnicas de Cuba. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 9: 125-136.
- Breznysánszky K, Boros J. 1992. El melange ofiolítico de Holguín y sus características estructurales. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 20: 57-67.
- Caluff MG, Sánchez C, Shelton G. 2008. Helechos y plantas afines (Pteridophyta) de Cuba. I. Fitogeografía. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 29: 21-49.
- Castañeda I. 2006. Flora del Área Protegida "Mogotes de Jumagua", Villa Clara, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 27: 47-59.
- Cejas F, Geler T. 2019. Distritos fitogeográficos. Escala 1:1 000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical. CITMA.
- Cejas F, Geler T. 2023. Ajustes en la delimitación fitogeográfica de distritos cubanos. I. Cuba Occidental. *Acta Botánica Cubana*. 222. <https://cu-id.com/2402/v222e01>.
- Cejas F, Herrera PP. 1995. El endemismo vegetal en las sabanas de arenas blancas (Cuba occidental). *Fontqueria*. 42: 229-242.
- Cejas F, Novua O, Pérez J, Hernández A. 2007. Modelación del comportamiento de formaciones vegetales cubanas ante un aumento de la temperatura. *Acta Botánica Cubana*. 198: 21-29.
- Cejas F, Prede ML, Herrera PP. 2000. Programa COLBASES para colecciones biológicas cubanas. Certificación de Depósito Legal Facultativo de Obras Protegidas. Registro 06645-6645.
- Cejas F, Prede ML, Ibarzabal D, Aguilera R, Blanco A, Correoso A, et al. 2006. Actualización y desarrollo de bases de datos alfanuméricas botánicas y zoológicas en Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 198: 16-20.
- Centro Nacional de Áreas Protegidas. 2013. *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020*. Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- Del Risco E, Vandama A. 1989. Regionalización florística, escala 1: 2 000 000. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana.
- Del Risco E, Barreto A, Enríquez N, Herrera P, Oviedo R. 1999. Notas sobre la flora y vegetación de Punta de Macurijes y sus alrededores, SW municipio Vertientes, Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 173: 1-6.
- Denis D. 2015. Análisis multitemporal de imágenes Landsat para evaluar las variaciones de la cobertura vegetal emergente en la laguna Leonero, Granma, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 47-53.
- Díaz O. 2019. Mapa Geográfico General escala: 1: 1000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical, CITMA.
- Estrada R, Martín G, Martínez P, Vioel S, Capote RP, Reyes I, et al. 2019. Vegetación Natural y Seminatural de Cuba. Escala 1:1 000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical, CITMA.
- Falcón B, Castañeda I, Köster N, Noa A, Borsch T. 2013-2014. Reporte de una expedición botánica a la provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 34-35: 29-41.
- García EE, Herrera PP. 2010. Flora, vegetación y modificaciones ecológico paisajísticas del Archipiélago de los Canarreos, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 209: 1-24.
- García JP, Orozco A. 2015. Estado de conservación de la flora y la vegetación en los ecosistemas arenoso cuarcíticos de Casilda, Sancti Spiritus, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 93-102.
- García JP, Ceballo O, Pulido J, Mederos EL, Sañudo R. 2017. Flora y vegetación de la propuesta de área protegida "Delta del Agabama-Casilda", Trinidad, Sancti Spiritus, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 216: 143-166.

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

- García JP, Orozco A, Bécquer E R. 2001. Estudio de la flora y vegetación de una localidad cársica de la Reserva Ecológica "Alturas de Banao", Sancti Spiritus. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 22: 49-65.
- GeoCuba. 2009. Modelo de Elevación Digital de la República de Cuba 1:25 000. Agencia de Teledetección y Cartografía Temática. La Habana.
- Gómez JL, Cuellar N. 2011-2012. Flora de las serpentinitas de San Andrés, Holguín, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 111-124.
- González L, Pino C. 1987. El género *Paepalanthus* Kunth (Eriocaulaceae) en Cuba occidental. Estudio preliminar. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 8: 3-11.
- González LR, Berazaín R. 2004-2005. La vegetación serpentínica de lomas de La Coca, Ciudad de La Habana. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 79-86.
- González PA. 2015. Reporte de exploraciones botánicas en localidades de Gibara, provincia Holguín, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 103-111.
- González PA, Gómez JL, Leyva O, Hernández Y. 2015. Flora de la Reserva Florística Manejada cabo Lucrecia-punta de Mulas, Banes, Holguín. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 65-77.
- González PA, Suárez SI, Almaguer AR, Vega, A. 2006a. Vegetación y flora de la localidad Bahía de Cananova-Bahía de Cebollas, Frank País, Holguín, Frank País, Holguín. *Acta Botánica Cubana*. 193: 1-13.
- González PA, Suárez SI, Sigarreta S, Fernández A, Laffita O. 2006b. Apuntes sobre la flora y la vegetación del sector costero Bahía de Vita-Pesquero, Rafael Freyre, Holguín. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 119-130.
- González PA, Suárez SI, Sigarreta S, Fernández A, Laffita O. 2006c. Flora y vegetación de Caletica, Rafael Freyre, Holguín. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 131-140.
- González R, Zúñiga A, Camejo O, Batista LM, Cárdenas R. 2006. Atributos físicos del ecosistema Jardines de la Reina. En: *Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de recursos naturales*. Compilación por el XV Aniversario del CIEC. Sección II. Ecosistema Jardines de la Reina. CIEC. Editorial CUJAE, La Habana.
- Greuter W, Rankin R. 2017. *The Spermatophyta of Cuba A Preliminary Checklist. Second, updated edition of the The Spermatophyta of Cuba with Pteridophyta added*. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Berlín.
- Guerra MG, Campos M. 2004. Principales problemas ambientales en el relieve carsificado en las Provincias Habaneras. IV Congreso Nacional de Geografía. Medio Ambiente, Cambios Globales y Locales, Riesgos Naturales y Sociedad. Editora Geotech. Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2472> (consultado: 12 de noviembre 2020).
- Gutiérrez MR, Guerra M, Lavandero R, Pérez RO, Triff J, Seco R. 2011. Mapa de Formas Cársicas del Archipiélago cubano escala: 1:1000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical. CITMA, La Habana.
- Hernández EH. 2004. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En: Convención Trópico 2004. II Congreso de Geografía Tropical. Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2039> (consultado: 16 de marzo 2020).
- Hernández I, Nápoles MC, Rosales PR, Ramírez JF, Ponte S. 2017. Tolerancia a la acidez de rizobios provenientes de nódulos de *Canavalia ensiformis*. *Cultivos Tropicales*. 38: 55-57.
- IGP/SGC (Instituto de Geología y Paleontología/ Servicio Geológico de Cuba). 2007. Mapa Geológico de Cuba a escala 1: 100 000. La Habana.
- Instituto de Ecología y Sistemática. 2011. Plantas invasoras presentes en la República de Cuba. Estrategia para la prevención y manejo de especies con mayor nivel de agresividad. En: Informe Final del proyecto 01302188. PNCT Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano. Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1684> (consultado: 12 de octubre 2020).
- Iturralde MA. 1996. Geología de las ofiolitas de Cuba. En: Iturralde Vinent MA. (ed.), *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, First Contribution IGCP Project 364, Miami.
- Lazcano LJC; Peña García E; del Risco González L; Leiva Sánchez, AT; Alpízar Muñoz S, Y Matamoros Hidalgo. 2001. Memorias del Segundo Taller para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado de Plantas Silvestres Cubanas sobre Serpentinias. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley (marzo 12-14).

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

- León Hno. 1946. *Flora de Cuba Volumen I*. Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural del Colegio "De La Salle". No. 8. La Habana.
- López A. 1998. Algunas características del endemismo en la flora de cuba oriental. En Halffter, G. (comp.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica II. Volumen Especial, *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie. 47-82.
- López A, Cejas F. 2000. El endemismo en la flora vascular de Guanahacabibes (Cuba occidental). *Fontqueria*. 55: 1-11.
- López A, Toscano BL, Llerena M. 1985. Las fanerógamas endémicas de Pinar del Río. En: Memorias del Primer Simposio de Botánica: Tomo 1. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana (julio 2-5).
- Magaz AR. 1989. Hipsometría. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Instituto de Geografía de la A.C.C. e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana.
- Martínez B, Cabrera R, Perdomo ME, Esquivel M, Hernández MC, Lídice, S, et al. 2008. Inventario de la flora marina del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Botanica Complutensis*. 32: 49-62.
- Martínez E, Reyes OJ. 2015. Caracterización de la vegetación de la meseta de San Felipe en Camagüey, Cuba, con propósitos de conservación. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 19-30.
- Matos J, García R, Torres A, Más L, Romero M. 2011-2012. Flora espermatófito del área protegida "Hanabanilla" en la región montañosa del Escambray, Villa Clara. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 125-144.
- Matos J, Torres A, Rosada O. 2002. Caracterización florística y fisonómica de las sabanas de la reserva manejada de flora "Monte Ramonal". *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 23: 137-164.
- Méndez IE, Balboa JA. 1999. Reseña histórica de la Botánica en la provincia de Camagüey. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 20: 147-157.
- Méndez IE, Castillo M, Trujillo R, Martínez V. 1988. Algunas consideraciones acerca de las plantas serpentínícolas presentes en la flora de Sierra de Cubitas. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 9: 65-70.
- Méndez IE, Risco R, Romano R, Aguilera B. 2004-2005. Estado actual de la flora y vegetación del núcleo ultrabásico de Camagüey, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 25-26: 113-117.
- Méndez IE, Trujillo R, Martínez V. 1986. Inventario Florístico del Cerro de Tuabaquey (Sierra de Cubitas, Camagüey). *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 8: 67-78.
- Méndez OR, Faife M, Castañeda I. 2015. Flora y vegetación de las serpentinas ubicadas al Suroeste de Santa Clara, Villa Clara, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 55-64.
- Montes L, Fidalgo O, Herrera PP, Chiappy C. 1989. Flora de la Sierra de Anafe, Provincia de La Habana. *Acta Botánica Cubana*. 74: 1-26.
- Noa A, Castañeda, I. 1998. Flora de las serpentinitas de Santa Clara. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 19: 67-87.
- Núñez K, Iturralde M. 2019. Constitución Geológica, escala: 1: 1 000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical, La Habana.
- Orozco A, García JP. 2014. Flora y vegetación del área de arenas cuarcíticas de Casilda, Sancti Spíritus, Cuba. *Brenesia*. 81-82: 8-28.
- Orozco A, García JP, Verdecia R. 2015. *Ipomoea flavopurpurea*. *Bissea* 9. (NE 4): 261.
- Ortega F. 1994. La sedimentación en la plataforma insular cubana, en relación con los cambios climáticos pleistocénicos. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 23-24: 21-31.
- Pedroso II, Pajón JM, Fundora MJ, Sagnotti L. 2001. Magnetismo ambiental de sedimentos cuaternarios en el sistema cavernario Majaguas-Cantera, Pinar del Río. En: Memorias IV Congreso de Geología y Minería. La Habana (marzo 24-28).
- Peñalver LL, Barrientos A, Oro JR. 1982. Las secuencias terrígenas del Plioceno Superior-Pleistoceno "húmedo" de Cuba occidental. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 5: 43-61.
- Pérez E. 2004. La sucesión vegetal como proceso natural para el mantenimiento de la Diversidad Biológica en los matorrales xeromorfos espinosos de la llanura serpentínica de Maraguán, Camagüey. En: Convención Trópico 2004. I Congreso de Biodiversidad y Ecología. Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1524> (consultado: 14 de marzo 2020).
- Portela AH, Díaz JL, Hernández JR, Magaz, A.R. Blanco, P. 2019. Geomorfología escala: 1:1000 000. En: *Atlas Nacional de Cuba "LX Aniversario"*. Versión 1.0. Formato Multimedia. Instituto de Geografía Tropical, CITMA.

Cejas-Rodríguez y Geler-Roffe: Delimitación distritos fitogeográficos en Cuba Central

- Portela AH, Díaz JL, Hernández JR, Magaz AR, Blanco P. 1989. Geomorfología. En: *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. Sección IV-3.2-3, Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana.
- Ramírez JA, Castañeda I. 2017. Caracterización de la flora sobre serpentina al norte de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 216: 103-115.
- Ramírez T. 2014. Sarandico: un tesoro de la botánica en Las Tunas. tiempo21.cu. Disponible en: www.tiempo21.cu/2014/05/19/sarandico-un-tesoro-de-la-botanica (consultado: 30 junio de 2020).
- Rankin R, Areces F. 2003. Contribución a la actualización taxonómica y localización geográfica de especies amenazadas y endémicas en Cuba I. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 24: 81-128.
- Reyes OJ. 2011-2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 59-71.
- Ricardo NE, Capote RP, Vilamajó D, Hernández A, Rodríguez L, Cabrera L, et al. 2008. Flora, formaciones vegetales y mapa de vegetación a escala 1:250 000, Provincia Sancti Spíritus, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 199: 12-25.
- Ricardo N, García, EE, Capote RP, Vilamajó D, Vandama R. 1987. Flora y vegetación de las alturas mogotiformes de La Habana. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 8: 33-52.
- Ricardo N, Herrera P, Vilamajó D, Montes L, Duarte M, Jiménez, Y. 1998. Flora del macizo montañoso Guamuhaya, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 117: 1-26.
- Rivero AO. 1995. La flora y vegetación de Villa Clara en el Jardín Botánico Provincial. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 16: 161-167.
- Romero M, Castañeda I, Más L de las M. 2015. Origen y estado actual de la flora espermatófitas en áreas naturales de cayo Las Brujas, Villa Clara. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 31-46.
- Salinas CE, Salinas CE, Echarri MC. 2008. *Geografía Turística de Cuba*. Editorial Félix Varela, La Habana.
- Samek V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. *Serie Forestal Academia de Ciencias de Cuba*. 15: 1-63.
- Sánchez C. 2002. Consideraciones sobre la fitogeografía y ecología de los helechos himenofiláceos cubanos. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 23: 1-37.
- Socarrás E, Parada A, López M, Gómez R, Aguilar A. 2006. Biota terrestre del ecosistema Jardines de la Reina. En: *Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de recursos naturales*. Compilación por el XV Aniversario del CIEC. Sección II. Ecosistema Jardines de la Reina, 352-395, Editorial CUJAE, La Habana.
- Testé E, González L, Márquez A. 2015. Invasión actual y potencial del árbol tóxico *Rhus succedanea* (Anacardiaceae) en el Paisaje Natural Protegido Topes de Collantes, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 36: 173-180.
- Valdés Lafont O, Capote PP. 1989. El distrito Sagüense (Cuba Central) Contribución al conocimiento de sus características fitogeográficas. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 10: 220-250.
- Vázquez A, González LR, Berazaín R, Bécquer E. 2006. Flora de la región ultramáfica (serpentinícola) de Guamuhaya. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 27: 75-84.
- Vilamajó D, Martínez M. 2003. Estado actual de la Diversidad Biológica en la margen occidental del río Bacunayagua. *Acta Botánica Cubana*. 192: 23-33.
- Villate M, Pérez J, Ricardo NE, Herrera PP, Vento AD, González E, et al. 2016. Actualización de la flora en la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar, Pinar del Río, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 215: 80-100.