

Tipo de artículo: Artículo original

Base de datos para el análisis de la composición florística de las formaciones boscosas naturales cubanas

Database for the analysis of the floristic composition of Cuban natural forest formations

Francisco Cejas Rodríguez^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-3915-1418>

Elizabeth Roig Villariño² , <https://orcid.org/0000-0001-6578-1360>

Dayniel Hernández Mestre³ , <https://orcid.org/0000-0003-1029-9205>

Lisandra García Rodríguez⁴ , <https://orcid.org/0000-0003-2104-294X>

Cristian Alberto Ottomuro Chapé⁵ , <https://orcid.org/0000-0002-6246-2935>

Alejandro Lorenzo Lozada⁶ , <https://orcid.org/0000-0001-8087-5007>

¹ Instituto de Geografía Tropical (Vice dirección Tecnológica). cejas@geotech.cu

² Instituto de Geografía Tropical (Vice dirección Tecnológica). eroig@geotech.cu

³ Instituto de Geografía Tropical (Departamento de Geomática).

⁴ Instituto de Geografía Tropical (Departamento de Geomática).

⁵ Instituto de Geografía Tropical (Departamento de Geomática).

⁶ Instituto de Geografía Tropical (Departamento de Geomática).

* Autor para correspondencia: cejas@geotech.cu

Resumen

A partir de la información extraída de la Base de datos de fanerógamas (plantas con flores) de Cuba, depositada en el Instituto de geografía Tropical, la presente investigación conformó una tabla en Excel que recoge la información sistemática detallada en cuanto a: familia botánica, género, especie, autor de la especie y sinonimia, entre otros, junto al nombre común, cuyo empleo facilita el reconocimiento de la especie a nivel del público en general. Con diferentes Macros implementadas sobre Visual Basic for Applications (VBA), que automatizaron la revisión del entorno, se procedió a un análisis de la información compilada. Se obtuvo una aproximación al estado de conocimiento sobre la composición y distribución de las especies arbóreas en las formaciones boscosas naturales cubanas, señalándose las principales dificultades para acometer esta tarea y recomendaciones para llevarla a término felizmente.

Palabras clave: bosques, distribución de especies, Cuba.

Abstract

Based on the information extracted from the database of phanerogams (flowering plants) of Cuba, deposited at the Institute of Tropical Geography, the present investigation formed an Excel table that collects detailed systematic information regarding: botanical family, genus, species, author of the species and synonymy, among others, together with the common name, the use of which facilitates the recognition of the species at the level of the general public. With different Macros implemented on Visual Basic for Applications (VBA), which automated the review of the environment, an analysis of the compiled information was carried out. An approximation to the state of knowledge on the composition and distribution of tree species in Cuban natural forest formations was obtained, pointing out the main difficulties to undertake this task and recommendations to carry it out successfully.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Keywords: *forests, species distribution, Cuba.*

Recibido: 20/09/2022

Aceptado: 30/11/2022

En línea: /01/2023

Introducción

Si hace 200 años, al inicio de la Revolución Industrial, la atmósfera terrestre tenía aproximadamente 250 partes de dióxido de carbono (CO₂) por millón (ppm), en las últimas décadas esta cifra ronda los 415 ppm, razón por la cual los informes emitidos por el IPCC promueven aprovechar a los bosques como “aliados ecológicos”, dada su contribución en la fijación e inmovilización de casi un tercio del carbono que es emitido a la atmósfera.

Sin embargo, la cuantificación exacta del flujo de carbono en un ecosistema representa un tema complejo para ser realizado a grandes escalas y en sistemas abiertos, por lo que actualmente se emplean la extensión de estos ecosistemas y su diversidad de especies como vía indirecta de estimar la capacidad de los mismos para fijar carbono atmosférico.

Siguiendo este razonamiento, los bosques naturales y saludables, que albergan la mayor riqueza de especies y complejidad ecológica, serían los mayores protagonistas en el combate contra el cambio climático, razón por la cual, en el marco del proyecto “Actualización de la composición arbórea y su abundancia en bosques naturales cubanos en función de la reducción de incertidumbre en Balances Netos de GEI. Parte I”, se desarrolló la tarea de “actualizar la composición florística de las formaciones boscosas naturales cubanas”.

Dicha información se encuentra diseminada en numerosas fuentes bibliográficas y bajo diversos formatos (descripción especies, listas de campo, informes de trabajo, información de herbario, etc.), lo que nos llevó a basar el análisis de la sistemática de las especies forestales y su distribución por las formaciones vegetales cubanas y/o a lo largo del territorio nacional en la información contenida en la Base de datos de fanerógamas (plantas con flores) de Cuba, compilada por el proyecto “Sistema de Información virtual para la gestión de la información y del conocimiento sobre diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba” (Cejas *et al.* 2018); y la bibliografía que le sirve de soporte nos permite asegurar una aproximación no muy sesgada en el análisis solicitado (Figura 1).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

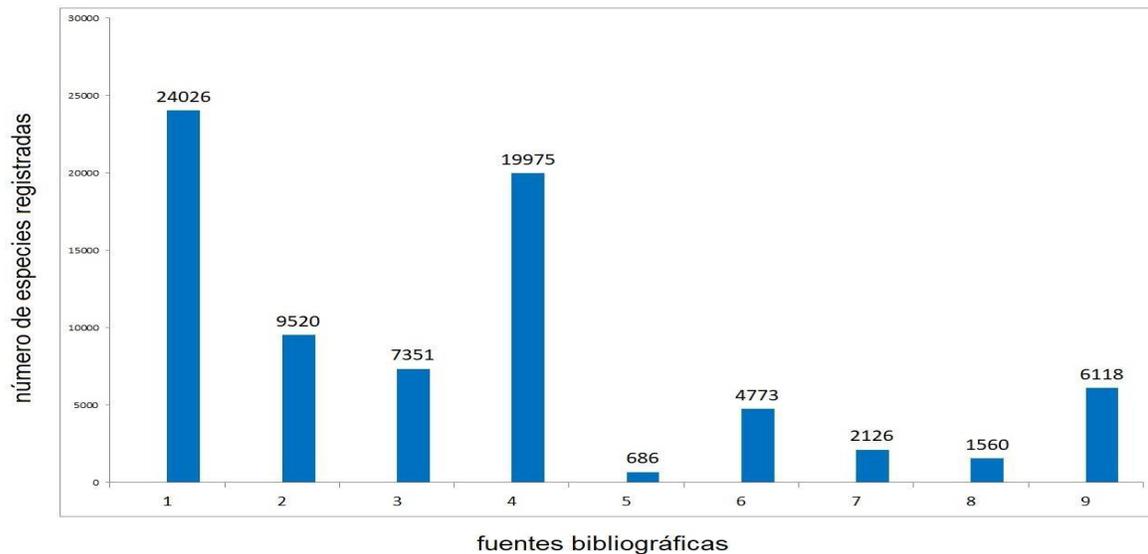


Figura 1. Cantidad de especies recogidas en la “Lista de Fanerógamas de Cuba” y en algunas de las 651 fuentes bibliográficas que la proveen: (1) Lista de fanerógamas de Cuba, (2) Flora de Cuba y Suplemento, (3) "Nueva Flora de Cuba", (4) Plantas Vasculares de Cuba, (5) Artículos sueltos de Fontqueria / Revista del Jardín Botánico Nacional / Willdenowia, (6) Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos, (7) Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba, (8) Lista Oficial de Variedades Comerciales / Informe sobre Germoplasma. País: Cuba / Plantas ornamentales en Cuba: usos, diversidad y amenazas / Apuntes para la flora económica de Cuba / Informe Nacional sobre los RFAA Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, (9) Categorización preliminar de taxones de la flora de Cuba

A partir de esta base de datos, se conformó una tabla en Excel que recoge la información sistemática detallada en cuanto a: familia botánica, género, especie, autor de la especie y sinonimia, entre otros, junto al nombre común, cuyo empleo facilita el reconocimiento de la especie a nivel del público en general. Además, la tabla resume la distribución de las especies, tanto a nivel nacional como por las formaciones vegetales cubanas.

El objetivo del trabajo es lograr una aproximación al estado de conocimiento sobre la composición y distribución de las especies arbóreas en las formaciones boscosas naturales cubanas, señalándose las principales dificultades para acometer esta tarea y recomendaciones para llevarla a término felizmente.

Materiales y métodos

De la información que sobre las especies forestales cubanas contiene la Base de datos de fanerógamas (plantas con flores) de Cuba, compilada por el proyecto “Sistema de Información virtual para la gestión de la información y del conocimiento sobre diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba” (Cejas *et al.* 2018); se diseñó una tabla sobre



Excel que cubre tres aspectos esenciales: sistemática de las especies forestales, datos particulares de cada una de ellas y de distribución.

En lo referido a las formaciones vegetales, se resumen los nombres de las formaciones citadas por propuestas por Capote y Berazaín (1984) y Ricardo *et al* (2009), entre otros, que deben revisarse y estandarizarse siguiendo los resultados de Hechavarria *et al.* (2023) sobre las clasificaciones de formaciones vegetales cubanas.

En lo que respecta a la distribución geográfica, se recogen todos los nombres de las provincias anteriores a la actual división político-administrativa, de acuerdo a la fuente original de la información, que a veces no aportan datos adicionales de localidad.

Con diferentes Macros implementadas sobre Visual Basic for Applications (VBA), que automatizaron esta revisión y ajustes, se procedió a un análisis de la información compilada.

Resultados y discusión

Una revisión somera de la tabla indica las dificultades a enfrentar. Por ejemplo, de 27 especies forestales que no aparecen reportadas para ninguna formación, dos son reconocidas como extensamente cultivadas: el Árbol de pan o Mapén (*Artocarpus altilis*) y el Mamey colorado o Sapote (*Pouteria sapota*), más la *Leuenergeria portulacifolia*, que de acuerdo a Greuter y Rankin (2016, 2017) ha sido cultivada ocasionalmente o ya no se cultiva. Un caso particular en este grupo y que refleja las insuficiencias mencionadas, lo constituye el Gavilán o Simaruba (*Simarouba glauca*), que se reporta para 16 de las "provincias" tratadas. Lo contrario ocurre con aquellas especies tan comunes a lo largo del país que nadie se toma el trabajo de georreferenciarlas, como ocurre en nuestro caso con la Palma real (*Roystonea regia*), citada para doce formaciones vegetales y sin embargo no reportada en ninguna de las "provincias" consideradas.

No obstante, la tabla puede servir de punto de partida para lograr una lista más actualizada de la flora forestal cubana, que se enriquezca tanto con especies no recogidas por Bisse (1988), como con información sobre la distribución de las mismas a lo largo del archipiélago cubano. Además, con la información compilada se pueden hacer deducciones sobre la riqueza de las especies forestales tanto por formaciones vegetales como por localidades.

En el primero de los casos, se obtiene un comportamiento esperado, a saber, poca presencia de elementos arbóreos en las sabanas y humedales, dulceacuícolas o halófitos, así como en las formaciones que se localizan en las mayores alturas del país: matorral montano, subpáramo y bosque nublado.



A continuación, en cuanto a riqueza arbórea, se sitúan la vegetación de mogote, sostenido sobre una formación geológica única; y el pinar, con *Pinus* como género dominante en el estrato arbóreo, seguidos por el bosque de galería, con un valor intermedio, al parecer debido a su relación con las formaciones boscosas aledañas, que pueden utilizar esta vía para penetrar en otros ecosistemas, a veces tan extremos como las sabanas de arenas silíceas (Cejas y Herrera, 1995).

Una mejor representación de árboles, en este caso como emergentes de poca talla en comparación con otras formaciones boscosas, aparece en los matorrales costeros o aquellos que crecen sobre serpentinitas: la manigua costera y los cuabales o charrascales.

Por último, en el bosque pluvial, el siempreverde y el semideciduo, en este orden, la presencia de especies arbóreas es dominante, con valores que oscilan entre 250-300 especies, siempre de acuerdo a a información aquí compilada (Figura 2).

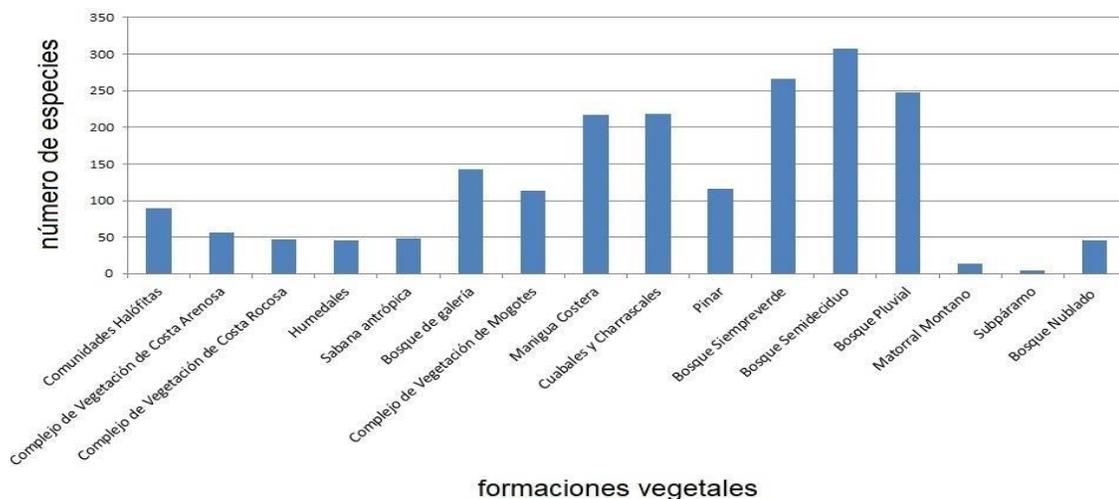


Figura 2. Riqueza de especies forestales por formaciones vegetales cubanas

También puede intentarse un ejercicio que analice las particularidades o similitudes de las formaciones vegetales de acuerdo a su contingente florístico arbóreo. Así, un análisis de agrupamiento empleando el método del vecino más cercano (Figura 3), separa de inmediato tanto a las formaciones de sabana, como a aquellas establecidas a mayor altura: el bosque nublado, el subpáramo y el matorral montano, los dos últimos con una mayor afinidad.



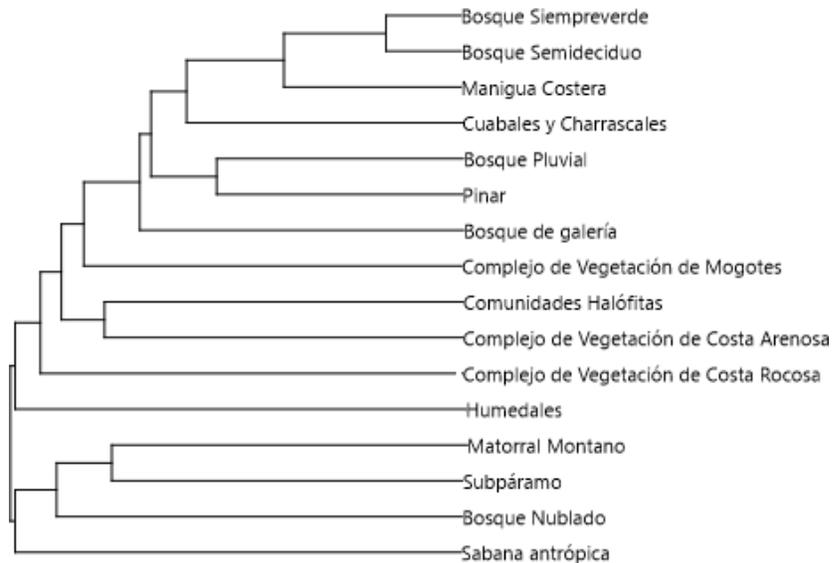


Figura 3. Dendrograma resultante de un análisis de agrupamiento, basado en la composición florística arbórea de las formaciones vegetales cubanas

En los siguiente clados, y debido probablemente a lo particular de los ecotopos que ocupan y la composición florística que los mismos soportan, se distinguen sucesivamente las comunidades de humedales dulceacuícolas (herbazal de orillas de corrientes acuáticas o lagunas, herbazal de ciénaga y bosque de ciénaga), y halófitas (bosque de mangle) o bajo condiciones extremas de salinidad (costa arenosa y costa rocosa); así como los mogotes.

A continuación, el bosque de galería se relaciona con el resto de las formaciones boscosas, lo que se corresponde con la interrelación señalada en párrafos anteriores. Entre las otras formaciones boscosas, la máxima asociación en cuanto a especies arbóreas compartidas, ocurre entre los bosques siempreverdes y semidecuidos; de los que se distancian las formaciones de matorrales costeros, subcosteros y los situados sobre serpentinitas: manigua costera, cuabales y charrascales.

Por último, en este mismo clado, pero formando una agrupación aparte, aparecen los pinares y el bosque pluvial. Recordemos que gran parte de la distribución de ambas formaciones ocurre sobre suelos serpentiniticos, a lo largo de la isla los primeros y mayormente en la zona oriental los segundos, por lo que no es raro que, al menos en la zona oriental, compartan especies capaces de crecer bajo características edáficas extremas (Cejas, 2007).

La riqueza de especies forestales por formaciones vegetales cubanas (Figura 2) y su agrupamiento en base a su composición florística arbórea (Figura 3), nos reafirman cuáles grupos deben tener mayor incidencia en la fijación e inmovilización del carbono emitido a la atmósfera. ¿Pero en cuáles regiones del territorio nacional será más efectivo este comportamiento?



Un análisis somero de la distribución geográfica obtenida para las especies forestales, evidencia lo sesgado de la información recogida, pues aunque no se tienen datos solo para 69 especies, entre ellas aparecen 31 especies nativas y 12 endemismos cubanos. No obstante, los patrones de distribución se comportan según lo esperado: una menor presencia en aquellas provincias, incluidas las anteriores a la actual división político-administrativa, que han sido objeto de una mayor influencia y tránsito humano, y mayor riqueza en provincias con sistemas montañosos o áreas naturales bastante conservados (Figura 4).

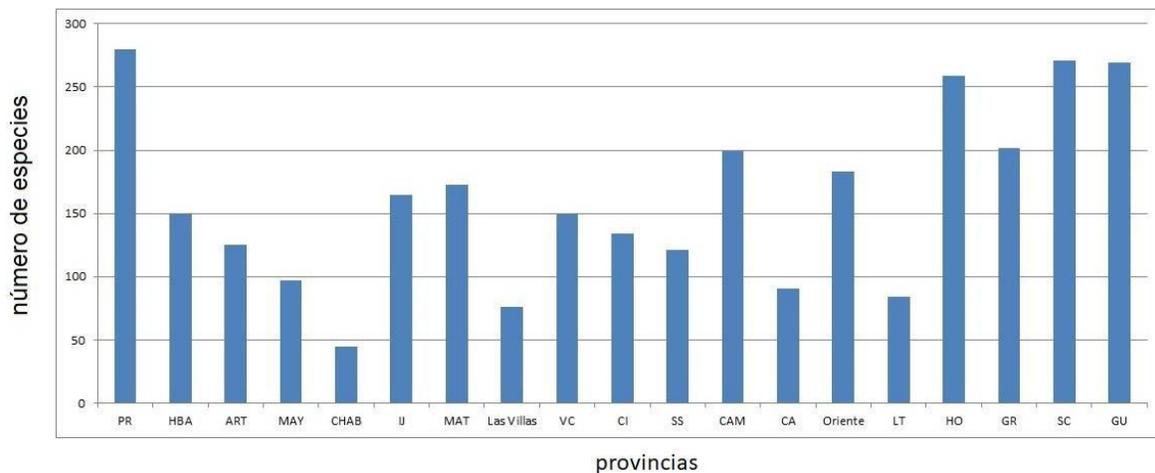


Figura 4. Riqueza de especies forestales por “provincias” cubanas, entremezcladas las anteriores a la actual división político-administrativa.

Para un análisis serio del contingente florístico forestal por provincias, y preferiblemente por localidades, debe esperarse a un mejor completamiento de la información, pues al usar como variables a las antiguas Habana u Oriente, por ejemplo, se sobrevaloran la presencia de especies contenidas en una o varias de las provincias actuales para el mismo territorio.

Propuesta de mapa de distribución de las especies forestales

Es decir, para llevar a feliz término el objetivo determinar la distribución de las especies forestales por las diferentes formaciones vegetales cubanas, debe unificarse el conocimiento actual sobre la distribución, areal o puntual, de las especies forestales; contenido en publicaciones y formatos variados, en los que las especies registradas pueden o no venir acompañadas de datos sobre su localidad de colecta o, en el mejor de los casos, con sus coordenadas geográficas o esquemas de distribución; datos que deben ser ajustados a un protocolo que propicie el manejo espacial de la información a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los beneficios que puede brindar un ejercicio de este tipo, ya sea en especies botánicas o zoológicas, forestales o de otro tipo, se demostró con un ensayo que se solicitó al Grupo de Geomática del Instituto de Geografía Tropical, en el



que se analizó información sobre distribución de especies botánicas contenida en solo 33 artículos circunscritos a la región Centro-Oriental y tomados de una sola fuente, la Revista del Jardín Botánico Nacional.

Esta breve revisión generó 4022 registros de unas 1412 especies, de los que sólo se emplearon aquellos georreferenciados o con esquemas de distribución, que se analizaron con herramientas SIG, utilizando el QGIS, programa de código abierto de uso libre. El primer paso consistió en la creación de un archivo vectorial de geometría tipo punto, asociado al cual se generó una tabla de atributos (Tabla 1), en la que la adición de un campo con el listado de especies (especies_ex) fue la solución hallada para evitar errores topológicos de superposición.

Tabla 1. Tabla de atributos creada para almacenar información espacial sobre distribución de especies botánicas

especie	f_vegetal	provincia	especies_ex
Nombre de la especie	Formación vegetal según mapa de formaciones vegetales	Provincia acorde a la división político-administrativa actual (DPA) del país	Especies que se localizan en el mismo punto

Las coordenadas proporcionadas en las publicaciones se ingresaron de forma manual en el sistema de las coordenadas geográficas, mientras que los esquemas de distribución fueron georreferenciados, o sea, a cada pixel de la imagen se le asignó un par de coordenadas (x, y) en el sistema de proyección utilizado.

Los datos de formaciones vegetales y DPA para cada punto de presencia de especies fueron generados automáticamente al superponer los mismos a las bases cartográficas utilizadas, que fueron:

- Mapa de vegetación natural y seminatural de Cuba (Estrada et al., 2013)
- División político-administrativa de Cuba. Instituto de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU)

El resultado final se compiló y presentó en un mapa (Figura 5) con un total de 276 ubicaciones, de las que tan sólo 19 registran dos o más especies vegetales. La información que se obtiene al comparar las formaciones vegetales que registren o no las publicaciones revisadas, con aquellas delimitadas por Estrada et al. (2013) en su mapa, tiene enormes posibilidades de empleo. Por ejemplo, determinar la formación vegetal en que se asientan aquellas listas de especies cuyo biotopo no se aclara en la publicación original o, de forma inversa, ayudar a dilucidar la formación vegetal en aquellas áreas del mapa con datos dudosos o desconocidos (no class), e incluso apuntar a las diferencias entre la información bibliográfica y la espacial.



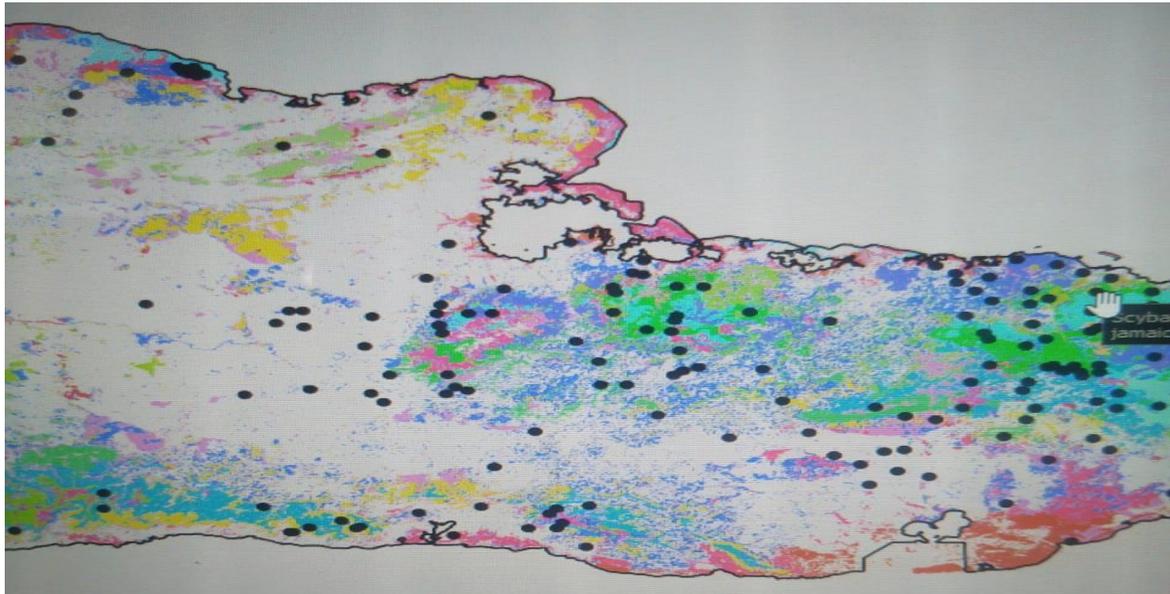


Figura 5. Mapa de presencia generado de reportes georreferenciados sobre especies forestales, tomados de 33 artículos, circunscritos a la región Centro-Oriental y publicados por la Revista del Jardín Botánico Nacional. Se proyectó la distribución de especies forestales sobre el Mapa de vegetación natural y seminatural de Cuba (Estrada *et al.*, 2013)

Conclusiones

Se compiló una tabla que reúne información actualizada sobre la sistemática y distribución por formaciones vegetales cubanas, que debe publicarse en sitios y con el formato adecuado para ser empleado en investigaciones y trabajos relacionados con el componente forestal cubano

Lo diseminado de la información y la necesidad de una estandarización de la nomenclatura y clasificaciones en uso dificulta su empleo en el análisis de la distribución de las especies por formaciones vegetales cubanas

La ubicación de las formaciones vegetales cubanas no se ajusta en varias fuentes a los cambios político-administrativos ocurridos en las últimas décadas, lo que debe remediarse con el empleo de aplicaciones SIG

Se recomienda ajustar los nombres de las formaciones vegetales compiladas a la propuesta de Hechavarria et al. (2023) sobre las clasificaciones de formaciones vegetales cubanas.

Las conclusiones se derivan del trabajo realizado. Toda conclusión debe estar fundamentada en lo expuesto y discutido en el trabajo y debe reflejar el cumplimiento de los objetivos. Deben indicar cómo el trabajo contribuye o es un avance en el campo y objeto de estudio. Además deben sugerir usos y trabajos futuros.



Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses. Todos los autores participaron en la revisión y edición final del documento.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Francisco Cejas Rodríguez.
2. Curación de datos: Francisco Cejas Rodríguez, Elizabeth Roig Villariño, Dayniel Hernández Mestre, Lisandra García Rodríguez, Cristian Alberto Ottomuro Chapé y Alejandro Lorenzo Lozada.
3. Análisis formal: Francisco Cejas Rodríguez, Elizabeth Roig Villariño y Dayniel Hernández Mestre.
4. Investigación: Francisco Cejas Rodríguez, Elizabeth Roig Villariño, Dayniel Hernández Mestre, Lisandra García Rodríguez, Cristian Alberto Ottomuro Chapé y Alejandro Lorenzo Lozada.
5. Metodología: Francisco Cejas Rodríguez y Dayniel Hernández Mestre.
6. Administración del proyecto: Francisco Cejas Rodríguez.
7. Software: Francisco Cejas Rodríguez y Dayniel Hernández Mestre.
8. Supervisión: Francisco Cejas Rodríguez.
9. Validación: Francisco Cejas Rodríguez y Elizabeth Roig Villariño.
10. Visualización: Francisco Cejas Rodríguez, Elizabeth Roig Villariño y Dayniel Hernández Mestre.
11. Redacción – borrador original: Francisco Cejas Rodríguez y Elizabeth Roig Villariño.
12. Redacción – revisión y edición: Francisco Cejas Rodríguez y Elizabeth Roig Villariño.

Financiamiento

“Actualización de la composición arbórea y su abundancia en bosques naturales cubanos en función de la reducción de incertidumbre en Balances Netos de GEI. Parte I.” CÓDIGO: PN211LH009-015.

Referencias

- Bisse, B. 1988. *Arboles de Cuba*. Editorial Científico- Técnica. Ciudad de La Habana. 398 pp.
- Capote López, R.P. y Berazaín Iturralde, R.C. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*;V:(2):4-47



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- Cejas Rodríguez, F. & Herrera Oliver, P.P. El endemismo vegetal en las sabanas de arenas blancas (Cuba Occidental). *Fontqueria*, 1995, 42: 229-242
- Cejas Rodríguez, F. *et al.* [pdf] Sistema de Información virtual para la gestión de la información y del conocimiento sobre diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba. Informe Final. PRCT "Uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica en Cuba", 2018. 17 pp. [01/Marzo/2022] Disponible en: <https://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/3927>
- Cejas, F. Diversidad vegetal, impactos y amenazas en la Altiplanicie de El Toldo, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias en Ecología. Programa de Desarrollo Sostenible y Conservativo de Bosques Naturales "Manejo Forestal y Turístico". Universidad de Alicante, 2007, 117 pp.
- Estrada Estrada, R., Martín Morales, G., Martínez Fernández, P., Rodríguez Hernández, S.V., Capote López, R.P., Reyes Alonso, I., Galano Duverger, S., Cabrera Gutiérrez, C., Martínez Bayón, C., Mateo Rego, L., Guerra Sosa, Y., Batte Hernández, A. y Coya de la Fuente, L. Mapa (BD-SIG) de vegetación natural y seminatural de Cuba v.1 sobre Landsat ETM 7 SLC-off gap filled, circa 2011. IV Congreso sobre Manejo de Ecosistemas y Biodiversidad; 2013, 15 pp
- Greuter, W. y Rankin Rodríguez, R. Espermatófitos de Cuba. Inventario preliminar. Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem y Jardín Botánico Nacional, 2016, Universidad de La Habana
- Greuter, W. y Rankin Rodríguez, R. Plantas Vasculares de Cuba. Inventario preliminar. Segunda edición. Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin y Jardín Botánico Nacional, 2017, Universidad de La Habana
- Hechavarria Schwesinger, L., Pérez Camacho, J.A., Cañizares Morera, M. y González Gutiérrez, P.A. Gestión de datos para actualizar la composición y abundancia de árboles en bosques cubanos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 2023, Vol. 16, No. 1: 1-10
- Ricardo Nápoles, N.E., Herrera Oliver, P.P., Cejas Rodríguez, F., Bastart Ortiz, J.A. y Regalado Calero, T. 2009. Tipos y características de las formaciones vegetales de Cuba. *Acta Botánica Cubana*;203:1-42:2009

