

El índice de aridez biológica; evaluación de la capacidad de la vegetación para responder a los cambios climáticos en la provincia de Camagüey

Biological Aridity Index; an assessment of the capacity of vegetation to respond to the climatic changes in the province of Camagüey

José M. PLASENCIA FRAGA*, Zoe ACOSTA GUTIÉRREZ*, y Néstor ENRÍQUEZ SALGUIERO*

RESUMEN. Se realizó una evaluación del índice de aridez biológica con vistas a evaluar la capacidad de respuesta de la vegetación a los cambios climáticos. Con este fin se contabilizaron los taxones de origen amazónico y norandino de 17 localidades de la provincia de Camagüey distribuidas de la siguiente forma; cuatro en la zona norte, tres en la zona sur y el resto en localidades del interior de la provincia. El índice de aridez biológica mostró los valores más altos (0.782 – 0.621) y mayor uniformidad en las zonas costeras, lo que coincide con las regiones de menos precipitaciones de la provincia. Hacia el interior del territorio, los valores fueron más variables (0.82 – 0.57), influidos posiblemente por la variabilidad del suelo y los patrones de precipitación.

PALABRAS CLAVE. vegetación, cambios climáticos, Índice de Aridez Biológica

ABSTRACT. An assessment of Biological Aridity Index was made in order to evaluate the capacity of vegetation to respond to climatic changes. With this purpose, taxa from amazon and north Andean regions were counted in 17 localities distributed as follow; four in the north, three in the south and the rest in the centre of the province. The Biological Drought Index showed the higher values (0.782 – 0.621) and more uniform to the coastal zones, which concur with the less rainfall zones of the province. Towards to the centre, the records were more variable (0.82 – 0.57), influenced by soil variability and rainfall pattern.

KEY WORDS. Vegetation, climatic changes, Biological Aridity Index

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los desafíos más grandes que enfrenta la humanidad en un futuro cercano. Los pronósticos de aumento de la temperatura media del aire y variaciones del régimen de precipitaciones hacen predecir cambios en todas las esferas de la vida en nuestro planeta.

Para Cuba Centella *et al.* (1999) han resumido las tendencias del cambio climático hasta 1990 como un aumento de la temperatura mínima de 1.5 °C, una disminución del rango diurno de temperaturas cercano a los 2 °C, y una redistribución de la lluvia en el año, es decir, más húmedo el período seco y menos lluvia en el período de máximas precipitaciones. Esta disminución de las precipitaciones en el período de máximas temperaturas, podría ocasionar problemas ambientales tales como la desertificación o la pérdida de biodiversidad.

Según Planos *et al.* (1999), para el año 2000 se prevé para la región donde se ubica la provincia de Camagüey con relación al promedio de la etapa 1961 – 1990, una reducción del 7% de las precipitaciones, un aumento de la evaporación potencial del 18% y una reducción del escurrimiento superficial del 36%, luego de aplicar el modelo HadCM2 propuesto por (Mitchell *et al.* 1995), el cual proyecta mayor calentamiento y condiciones más secas que otros modelos para los escenarios de cambio climático IS92a y KIOTO A-1.

Por otra parte, ha habido intentos de predecir los cambios en la vegetación como consecuencia de los cambios climáticos, partiendo del principio que la vegetación de un lugar, responde en gran medida a las condiciones climáticas.

Rivero *et al.* (2003) usan el diagrama de zonas de vida del Holdridge para predecir el tipo de vegetación de la provincia de

Camagüey en el clima del 2100 obtenido de la aplicación del modelo HadCM2 y concluyen que para esa fecha toda la vegetación se podrá clasificar como bosque seco. En este sentido, Areces-Mallea *et al.* (1999) sugiere no usar las zonas de vida de Holdridge (Holdridge, 1967) para clasificar la vegetación en estados insulares como Cuba por las variaciones edáficas, de relieve, exposición y de otros factores geológicos y geográficos en una región relativamente pequeña.

Suárez *et al.* (1999) realizaron una evaluación de la vegetación en los distritos fitogeográficos de Cuba partiendo del origen de las especies según Gentry (1964), para lo cual aplicó el Índice de Aridez Biológica (López, 1998) a los endémicos y encontraron para los distritos en los que está comprendida la provincia de Camagüey, el dominio de vegetación cuyo origen le permite soportar los rigores de los procesos de sequía.

Borhidi (1996) (tomado de Ferrás, 2003) demostró que la dependencia entre las precipitaciones y el Índice de Área Foliar tiene en el caso de las especies sobre suelos ofiolíticos una variación equivalente a 500 – 600 mm de lluvia.

Es objetivo del presente trabajo hacer una evaluación de la vegetación en la provincia de Camagüey con vistas a predecir posibles variaciones ante los cambios climáticos pronosticados.

Descripción del área de trabajo. La provincia de Camagüey se encuentra ubicada entre los 500 000 y 300 000 de latitud norte y 700 000 y 950 000 de longitud este según la proyección cónica conforme de Lambert (Fig. 1)

El clima predominante durante el año se tipifica como de llanuras interiores con humedecimiento estacional (más del 70% de la lluvia cae en el período lluvioso comprendido entre

mayo y octubre), alta evaporación (entre 1 800 y 2 200 mm anuales) y alta temperatura del aire (mínima media anual 24 °C y máxima media anual 26 °C) (Díaz, 1989).

Según la clasificación de suelos (Instituto de Suelos, 1980), en la provincia existen 27 tipos de suelos y está dominada en la zona central por suelos pardos, en la sur por suelos ferralíticos y en la norte por fersialíticos y vertisuelos.

El relieve es de llano a ondulado con dos macizos montañosos de no más de 300 m de altitud en sus mayores elevaciones (Alfonso *et al.*, 1989). Esta característica, unido a las condiciones climáticas y edáficas expuestas, propició la asimilación de la mayor parte del territorio por la agricultura y la ganadería desde épocas tan tempranas como el Siglo XIX, quedando la vegetación natural restringida a las localidades con suelos más pobres o de poca utilidad para la agricultura, entre los que se encuentran los dos macizos montañosos mencionados, las zonas costeras y las cayerías norte y sur.

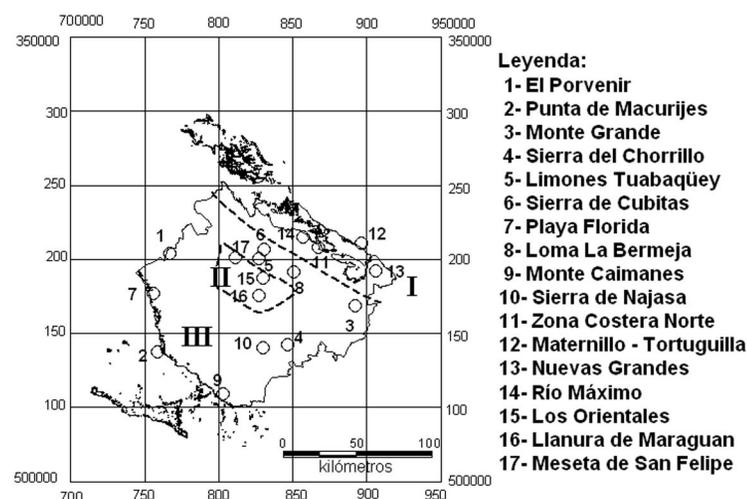


Fig. 1. Distribución de las localidades analizadas en la Provincia de Camagüey por distritos fitogeográficos. I, Distrito Planicie Costa Centro Oriental, II: Distrito Camagüey y III: Distrito Planicie Centro Oriental

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la vegetación se realizó en 17 localidades de la provincia en los ecótopos más representativos desde el punto de vista de la conservación (Fig. 1) y para ello se consideraron los listados de flora realizados por diferentes autores (Barreto *et al.*, 2002, Barreto *et al.*, 2003, Barreto *et al.* 2005 Barreto *et al.*, 2006a; Barreto *et al.*, 2006b, Barreto *et al.*, 2007, Del Risco *et al.*, 1992, Del Risco *et al.*, 2004, Godínez, *et al.*, 2005, Pérez *et al.*, 1992, Pérez *et al.*, 1994, Pérez *et al.*, 2002, Plasencia *et al.*, 2004).

Para cada localidad se anotó el tipo de suelo según la clasificación genética de los suelos (Instituto de Suelos, 1980), tomada del mapa de suelos 1:100 000 de la provincia. Se registraron además las precipitaciones media anual y la evaporación media anual en el período 1931 – 1972 (Díaz, 1989) y se determinó la relación evaporación/ precipitación.

Se calculo para cada localidad el Índice de Aridez Biológica de López (1998) modificado por Ferrás (1999), el cual responde a la siguiente fórmula:

$Ar = Na/Na + Nn$ donde:

Na: es el número de taxa de origen amazónico y Nn: es el número de taxa de origen norandino según Gentry (1964).

En el presente trabajo se adicionaron a los taxa de origen amazónico los del Centro Árido que incluyen a las familias Cactaceae, Capparaceae, Erythroxylaceae, Koeberliniaceae, Martyniaceae, Velloziaceae y Zygophyllaceae, por considerarse que, al igual que las de origen amazónico, tienen características que les permiten vivir en ambientes secos.

Para el análisis de la vegetación por distritos florísticos se utilizó la distribución hecha por Samek (1973) modificada por López *et al.* (1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Índice de Aridez Biológica calculado para las localidades seleccionadas ($Ar > 0.5$), muestra el predominio de los taxa de origen amazónico más centro árido sobre los de origen norandino, correspondiendo el menor valor a la Reserva Limones Tuabaquëy con 0.59 y el mayor a la desembocadura del río Máximo con 0.88 (Tabla 1).

El análisis de estos valores por Distritos florísticos muestra que el mayor valor promedio ($Ar = 0.7516$) correspondió al Distrito Planicie Costa Centro Oriental que se caracteriza por las bajas precipitaciones, elevada evaporación y suelos hidromórficos y de piedra hueca.

Sin embargo, los otros dos distritos, Camagüey y Planicie Centro Oriental, muestran valores promedios inferiores, 0.6683 y 0.7236 respectivamente, y con variabilidad entre los valores debido a la diferencia de los factores abióticos de cada localidad en particular. Mientras que el distrito Camagüey se corresponde con la llanura ofiolítica con dominio de suelos fersialíticos que según Borhidi (1996) pueden ocasionar una sequía edáfica equivalente a 500-600 mm de lluvia por la relación calcio magnesio, el distrito Planicie Centro Oriental presenta una variedad de suelos que van de los hidromórficos pantanosos hasta los poco evolucionados con predominio de carso, como son las elevaciones de Sierra de Cubitas y Najasa, así como diferentes valores de precipitaciones y evaporación (Tabla 2).

Dentro del distrito planicie Centro Oriental, los menores valores corresponden a dos localidades; Sierra de Cubitas en general y a la Reserva Ecológica Limones Tuabaquëy dentro de la propia sierra, con alta pluviosidad y suelos poco evolucionados en la parte montañosa y ferríticos púrpura en las áreas intramontanas que se caracterizan por poca retención de agua.

Si se considera en el caso de esta localidad que la vegetación está dominada por árboles cuyo dosel alcanza los 20 m y aún en los lugares más agrestes cerca de la cima la altura promedio es de 10 m (3-15 m), entonces pudiera considerarse a la estructura de la vegetación como un factor importante en el comportamiento del Índice de Aridez registrado, por haber propiciado el asentamiento de taxa de origen norandino.

Tabla 1. Índice de Aridez Biológica en diferentes localidades de la provincia de Camagüey.

Localidad	Número de taxa de origen Amazónico	Número de taxa de origen Norandino	Índice (López)	Índice (modificado por Ferrás)
Distrito Planicie Centro Oriental				
El Porvenir (Céspedes)	40	14	2.86	0.7407
Punta de Macurijes	61	17	3.59	0.7820
Monte Grande (Guaimaro)	71	25	2.84	0.7395
Sierra del Chorrillo	115	61	1.88	0.6534
Reserva Ecológica Limones Tuabaquey (Sierra de Cubitas)	142	106	1.34	0.5725
Sierra de Cubitas	262	151	1.74	0.6343
Playa Florida	27	10	2.70	0.7290
Loma La Bermeja	41	9	4.55	0.8200
Monte Caimanes	56	20	3.15	0.7590
Najasa, Guaicanamar y Cerros Cachimbos	76	19	4.16	0.8060
Promedio			2.88	0.7236
Distrito Planicie Costa Centro Oriental				
Maternillo – Tortuguilla	102	42	2.43	0.7083
Zona Costera Norte (S. Cubitas y Minas)	105	64	1.80	0.6570
Nuevas Grandes	122	40	3.27	0.7660
Río Máximo (desembocadura)	81	12	7.00	0.8750
Promedio			3.63	0.7516
Distrito Camagüey				
Los Orientales	58	34	1.70	0.6304
Maraguan (Sabana y matorral)	66	30	2.20	0.6875
Meseta de San Felipe	145	65	2.20	0.6870
Promedio			2.03	0.6683
Promedio general			2.84	0.7145

Tabla 2. Características climáticas y edáficas de las localidades evaluadas de la provincia de Camagüey.

Distrito Florístico /Localidad	Tipo de suelo	Precipitación media anual (mm)	Evaporación media anual (mm)	Evap. / Precip.
Distrito Planicie Centro Oriental				
El porvenir	Ferralítico cuarcítico amarillo rojo lixiviado	1200 - 1400	2000 - 2100	1.6 – 1.5
Punta de Macurijes	Hidromórfico pantanoso / Vertisuelo	1000 - 1200	2100- 2200	2.1 -1.83
Monte Grande	Vertisuelo Oscuro Plástico Gleysoso	1000 - 1200	2100 -2200	2.1 -1.83
Sierra del Chorrillo	Poco evolucionados /Pardos sin y con carbonatos	1400 - 1800	2000 - 2100	1.43 – 1.11
Sierra de Cubitas (Limones - Tuabaquey)	Poco evolucionados / Ferrítico púrpura	1400 - 1800	2000 - 2100	1.43 – 1.17
Sierra de Cubitas	Poco evolucionados / Ferrítico púrpura	1200 - 1400	2000 - 2100	1.66 – 1.43
Playa Florida	Hidromórfico pantanoso / Ferralítico gley amarillento cuarcítico	1000 -1200	2100 - 2200	2.1 – 1.83
Loma La Bermeja	Poco evolucionados	1400 – 1800	2000 – 2100	1.43 – 1.17
Monte Caimanes	Hidromórfico Pantanoso	1000 – 1200	2100 – 2200	2.1 -1.83
Sierra Najasa	Poco evolucionados / Pardos con y sin carbonatos	1200 -1400	<2000	1.66 – 1.43
Distrito Planicie Costa Centro Oriental				
Zona costera norte	Hidromórfico Pantanoso / Vertisuelo	1000 – 1200	2100 – 2200	2.1 -1.83
Maternillo Tortuguilla	Hidromórfico pantanoso / Piedra hueca con materia orgánica	< 1000	> 2200	≥ 2.2
Nuevas Grandes	Piedra Hueca con materia orgánica	<1000	>2200	≥2.2
Río Máximo	Hidromórfico Pantanoso	1000 - 1200	2100 - 2200	2.1 – 1.83
Distrito Camagüey				
Los Orientales	Fersialítico rojo parduzco ferromagnésial	1400 - 1800	<2000	≤1.43 – 1.11
Llanura de Maraguan	Fersialítico rojo parduzco ferromagnésial	1200 - 1400	<2000	≤1.66 – 1.43
San Felipe	Ferrítico púrpura	1400 - 1800	<2000	≤1.43 – 1.11

CONCLUSIONES

Partiendo de las variaciones en el régimen de precipitaciones pronosticado en los cambios climáticos (Planos *et al.*, 1999) y del comportamiento de los valores del Índice de Aridez registrado en diferentes localidades de la provincia, la vegetación de las áreas naturales no deben registrar cambios de consideración en su composición y fisionomía siempre que se mitiguen los impactos como el fuego y la tala entre otros, que pueden alterar la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales.

REFERENCIAS

- Alfonso, A., N. Martínez y R. Meriño. 1989. Mapa de Relieve. En: Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (eds.) “*Atlas de Camagüey*”, La Habana, Cuba
- Areces-Mallea, A. A. Weakley, X. Li, R. Sayre, J.D. Parrish, C.V. Tipton y T. Boucher. 1999. A guide to Caribbean vegetation types: Preliminary classification system and descriptions. Nicole Panagopoulos (eds). *The Nature Conservancy*, 154p.
- Barreto, A., E. Pérez, G. Reyes, N. Enriquez, J. Primelles, E. Sedeño. 2002. Aportes al conocimiento de la riqueza florística para la gestión ambiental de la Sierra de Najasa, Camagüey, Cuba. *Rodriguésia*, 53(82):135-149,
- Barreto, A. D. Godínez, E. Martínez, J. C. Reyes y N. Enriquez. 2003. Flora siantrópica de la Reserva Ecológica Maternillo Tortuguilla, Cayo Sabinal, Camagüey, Cuba. *Ibugana* (Boletín Ibugana) 11: 41-51.
- Barreto, A., P. Herrera, E. del Risco, N. Enriquez. 2005. Lista florística de la Reserva Natural de Maraguán, provincia de Camagüey, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 190:1-10.
- Barreto, A. D. Godínez, J. M. Plasencia, G. Reyes y N. Enriquez. 2006a. Adiciones al conocimiento de la Reserva Florística Manejada Monte Grande, Municipio de Guaimaro, Camagüey, Cuba. *Revista Forestal Baracoa* 25: 27-40.
- Barreto, A. D. Godínez, M.M. León, J. M. Plasencia, R. W. Vilató y N. Enriquez. 2006b. Consideraciones sobre el área protegida “El Porvenir”, Municipio Céspedes, Camagüey, Cuba. *Foresta Veracruzana* 8:43-48.
- Barreto, A. D. Godínez, N. Enriquez, G. Reyes. 2007. Riqueza florística del complejo orográfico Sierra de Najasa, provincia Camagüey. *Rodriguésia*.
- Borhidi, A. 1996. *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Budapest, Hungary: Akadémiai Kiadó.
- Centella, A., T. Gutiérrez, M. Limia y R. Rivero. 1999. Escenarios del cambio climático para Cuba. En: *Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Informe final Proyecto No. FP/CP/2200-97-12, (ed: T. Gutiérrez, A. Centellea, M. Limia y M. López). Ciudad de La Habana, Cuba. p13-27.
- Del Risco, E. del, A. Barreto, N. Enriquez, C. Chiappy, B. Sánchez, R. Oviedo, P. Herrera, J. Morales. 1992. Algunos apuntes sobre la flora, vegetación y avifauna de los alrededores de la desembocadura del río Máximo, provincia de Camagüey. *Reporte de Investigación*. Instituto Ecología y Sistemática ACC, 22p.
- Del Risco, E., A. Barreto, N. Enriquez, P. Herrera y R. Oviedo. 2004. Notas sobre la flora y vegetación de Punta de Macurijes y sus alrededores, SW municipio Vertientes, Camagüey, Cuba. *Acta Bot. Cub.* No 173:1-6.
- Díaz, L. R. 1989. Medio Ambiente. En: “*Atlas de Camagüey*”. Ed. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, Cuba
- Ferrás, H. 1999. La diversidad de plantas en Cuba y su relación con el clima y la aridez. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba.
- Ferrás, H., A. López y A. Martell. 2003. Variación del Índice de Aridez de López en los distritos ultramáficos. En: “*Rocas ultramáficas: sus suelos, vegetación y fauna*”. Memorias de la Cuarta Conferencia Internacional sobre Ecología de Serpentina Ed. S. Boyd, A.J.M. Baker y J. Proctor. Abril 2003, La Habana; p:115-119.
- Gentry, A. H. 1964. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America Pleistocene climatic fluctuations or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593.
- Godínez, D., J. C. Reyes, M. M. León, N. Enriquez, A. Barreto, A. Beyra. 2004. Flora y vegetación de la Reserva Ecológica “Maternillo-Tortuguilla”, Cayo Sabinal, Cuba. *Ibugana* Boletín IBUG, 12(1):23-34.
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. *Tropical Science Center*, San José, Costa Rica.
- Instituto de Suelos 1980. *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ed. Academia de Ciencias de Cuba, 28 pp.
- López, A. 1998. Origen probable de la flora cubana. En: Halfter G., ed. *La diversidad biológica en Iberoamérica*. Xalapa, México, Instituto de Ecología, 83-108.
- López, A., M. Rodríguez y A. Cárdenas. 1993. El endemismo vegetal en Maisí – Guantánamo (Cuba Oriental). *Fontqueria*, 36: 399-420.
- Mitchell, J.F.B., R.A. Davis, W.J. Ingram y C.A. Senior. 1995. On surface temperature, greenhouse gases and aerosols: models and observations. *J. Climate* 10: 2364-2386.
- Pérez, E., J. Ávila, N. Enriquez, P. Herrera, R. Oviedo, A. Cárdenas. 1992. Flora y vegetación de la zona costera de los municipios Sierra de Cubitas y Minas, Camagüey, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 87, 10p.
- Pérez, E., J. Ávila, P. Herrera, N. Enriquez. 1994. Flora y vegetación de la localidad Monte Grande, municipio Guáimaro, Camagüey, Cuba. *Acta Bot. Cub* 94, 28p.
- Pérez, E., N. Enriquez, P. Herrera. 2002. Valores florísticos, fisionómicos y modificaciones ecólogo-paisajísticas de la Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba. *Biodiversidad de Cuba Oriental*, 7:23-43.
- Planos, E., O. Barros y A. Carrasco. 1999. Recursos hídricos. En: *Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Informe final Proyecto No. FP/CP/2200-97-12, (ed: T. Gutiérrez, A. Centellea, M. Limia y M. López). Ciudad de La Habana, Cuba. p28-53.
- Plasencia, J. M., A. Barreto, D. Godínez, Z. Acosta, N. Enriquez, E. Sedeño y G. Volpato. 2004. Flora y vegetación en zonas aledañas a Playa Florida, Camagüey. AGRISOFT 11 (1). (Revista electrónica de la Universidad Pedagógica de Camagüey “José Martí”. ISSN 1025-0247).
- Rivero, Z., R. Rivero, N. Varela y I. Pérez. 2003. Impacto de los cambios climáticos sobre los ecosistemas de bosques. En: *Evaluación integral del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura, la ganadería y los bosques en Camagüey*. Informe final del proyecto PT/Medio ambiente y Desarrollo, Centro Meteorológico de Camagüey, Cuba
- Samek, V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. *Serie Forestal* 15: 1-63.
- Suárez, A., A. López, A. Chamizo, H. Ferrás, A. Martel, D. Vilamajó y E. Mojena. 1999. Biodiversidad y vida silvestre. En: *Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Informe final Proyecto No. FP/CP/2200-97-12, (ed: T. Gutiérrez, A. Centellea, M. Limia y M. López). Ciudad de La Habana, Cuba. p164-178.

José M. Plasencia Fraga. Lic. en Ciencias Biológicas. Investigador Auxiliar. Especialista en Ecología General. Departamento de Biodiversidad. Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba.

✉ jmplasencia@cimac.cu