

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y ARBUSTIVOS MONTAÑOSOS DE NAJASA, SEGÚN MECANISMOS FUNCIONALES

ECOLOGICAL RESTORATION OF FOREST ECOSYSTEMS AND MOUNTAINOUS SHRUBBY NAJASA BY FUNCTIONAL MECHANISMS

DR. C. EVERARDO PÉREZ-CARRERAS, DR. C. ROBERTO VÁZQUEZ-MONTES DE OCA Y M. SC. RAFAEL MARTÍN-PALACIOS

Universidad Ignacio Agramonte y Loynaz. Circunvalación Norte, Camagüey, Cuba,
everardo.perez@reduc.edu.cu, teléf.: 261593; 234101

RESUMEN

El funcionamiento ecológico de un área forestal incide directamente en el éxito de las supervivencias de las posturas, desarrollo de las plantaciones y en su restauración ecológica. Los resultados se obtuvieron en los Cerros Cachimbos, alturas cársicas pertenecientes al municipio de Najasa, provincia de Camagüey, en dos sitios silvestres de más de 100 ha respectivamente, entre 2005 y 2010. Se valoraron las formaciones vegetales, composiciones florísticas, niveles tensionales y sus funcionamientos respectivos. Se identificaron las asociaciones vegetales con las especies dominantes y dominadas del dosel, sus habilidades adaptativas, reproductivas y competitivas, los rodales desde pocos, altos hasta normalmente densos, y se valoraron las densidades y las distancias en centímetros entre los individuos en cada comunidad, determinándose su número aproximado por hectáreas y los reclutamientos de posturas. Se obtienen datos de los incrementos diamétricos que proporcionan información sobre la productividad primaria, niveles de aprovechamientos y desarrollo de la biomasa de las especies, entre ellas las de importancia económica.

Palabras claves: *Funcionamiento ecológico, sitio silvestre, restauración ecológica, habilidades competitivas, reforestación.*

ABSTRACT

To interpret ecologically a forestal area, works directly in the success of new plantation survival, plantations development and in the ecological restoration. Results were obtained in tensional levels including carsic highs, Cachimbos highs in Najasa, Camaguey in two wild places with more than 100 ha each one between 2005-2010. Were value: vegetable formations, floristic composition, tensional levels and working. Were determine and identified the vegetal associations with dominant species of the canopy and the domined areas, competitive skills, middles and normally dense are valuated and measured in centimeters between members in every community determined the quantities by hectares and the real quantity of new trees. Are valuated the diametric increases that provide activity information about the primary productivity, approach levels and biomass development, adaptative behavior, species volumetric increases of economic impact.

Key words: *Wild places, ecological working, ecological restoration, competitive skills, reforestation.*

INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XVII la provincia de Camagüey ha sufrido intensas transformaciones antrópicas en las coberturas boscosas que

ocupaban las pequeñas alturas cársicas y zonas llanas, entre otras. Las pequeñas elevaciones, situadas al norte, centro y sur, actualmente

conservan algunos recursos con ecosistemas y paisajes de cierta naturalidad y representatividad, y constituyen el 15 % de la provincia. El mayor porcentaje con vegetación natural lo ocupan las zonas costeras y cayos adyacentes del norte y el sur [CITMA-SPAP, 2010].

Los efectos biológicos de la fragmentación de los ecosistemas de las elevaciones afectan la biodiversidad y las condiciones microclimáticas de esos fragmentos, influyendo directa e indirectamente en la abundancia-dominancia de las especies y sus interacciones biológicas intra e interespecíficas.

Entre los objetivos de los estudios sobre los funcionamientos ecológicos de los sitios silvestres montañosos se consideran: 1) valorar los índices de salud y estados de los equilibrios dinámicos y las sucesiones de los ecosistemas; 2) comprobar los enriquecimientos fitogenéticos, fitodiversidad y posibles pérdidas netas en la disponibilidad de hábitats y nichos ecológicos de las especies y el tamaños de las poblaciones y comunidades; 3) valorar la reducción real y potencial de los fragmentos con vegetación natural e incrementos de las distancias ecológicas entre ellos; 4) corroborar las dificultades de las poblaciones y comunidades para intercambiar individuos y reponerse, así como posibles recolonizaciones y reclutamientos de individuos; 5) inferir la eventual extinción de algunas de las especies y poblaciones; 6) proponer como alternativas de restauración ecológica la forestación, reforestación o revegetación, según resultados del estudio realizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estructuró la base de datos en el Software SPSS-versión 15.0 para Windows 2006. Se codificaron las variables territorio (territor) o parcelas y transectos (transect), según las alturas calizas que constituyen los Cerros Cachimbos del conjunto orográfico de Najasa, Camagüey. Como parte de la metodología de las mediciones en el campo se utilizaron cintas métricas de hasta 20 m de largo y reglas de madera con puntas, de hasta 50 cm de largo para medir el grosor de las esteras radicales dentro de los suelos.

En el campo, con el método aleatorio, se realizaron tres transectos que corresponden en orden consecutivo a las bases, laderas y cimas

de las alturas, para un total de 272 valoraciones funcionales puntuales, cada transecto con una longitud aproximada de 350 m-1600 m y un ancho hacia ambos lados de 15 m-20 m. Se midieron las variables distancia en centímetro entre individuos (distancm), que facilitó calcular el número aproximado de árboles, arbolitos y arbustos por hectáreas (para estas investigaciones, la unidad básica de medida de superficie poblada), diámetro (diámetrocm), para estimar el aumento de la biomasa del ecosistema (se midieron los troncos o fustes de cada individuo a partir de 2 cm de perímetro) y se calculó el grosor de las esteras radicales ER (cm) dentro de los suelos.

Se exploró la base de datos para valorar las características de la distribución de las variables con el objetivo de probar su normalidad (N) y utilizar las estadísticas descriptivas. Al respecto se aplicaron los tests no paramétricos porque las variables distancia entre los árboles, diámetro de los fustes y grosor de las esteras radicales no dieron distribución normal en los transectos, por lo que se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Para relacionar las tres variables se aplicó la correlación de rango (Rho de Spearman), y por las características del interés del estudio funcional, se emplea el tests no paramétrico de Kruskal-Wallis (K-W) con el objetivo de comparar los resultados de las variables referidas en los transectos de cada área de las elevaciones.

Las colectas de muestras de ejemplares botánicos se identificaron en instituciones con herbarios y colecciones de maderas de la provincia. En los trabajos de gabinete se revisaron diferentes bibliografías, entre ellas, para los estudios sobre funcionamientos ecológicos, sobre la base de las habilidades reproductivas, adaptativas y competitivas de las especies arbóreas y algunas arbustivas, se basaron en los resultados de Capote *et al.* (1988), Herrera *et al.* (1988, 1997), Herrera (comunicación personal, 2003) y Pérez *et al.* (1992 al 1999; y Pérez, 2000 al 2010). Se valoraron los índices de respuestas funcionales (IRF), tensión abiótica (ITA) y ceno-competitivo (ICC) de los grupos de especies dominantes funcionales de cada porción de las alturas [IES, 1990]. Se consideraron las densidades y pesos de las maderas [Carreras y Dechamps, 1995], crecimientos de las especies, los índices

de densidad de población (IDP) e incrementos diamétricos (IID) de cada comunidad [Pérez, 2010], entre otros datos, considerando las etapas sucesionales de los cerros. Para las propuestas de restauración ecológica se utilizaron los resultados propuestos por Matos (2010) y Urbino (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Paisajes principales de los Cerros Cachimbos

- Alturas tectónico-cársicas escalonadas, sobre rocas calizas margosas, suelos esqueléticos, sin drenaje superficial, con bosques semideciduos secundarios degradados.
- Cimas planas con afloramientos rocosos y vegetación boscosa semidecidua secundaria y degradada.
- Laderas escalonadas y escarpadas, con suelos esqueléticos y bosques secundarios semideciduos degradados, con abundancia-dominancia de arbustivas invasoras.
- Bases con pendientes suaves, acumulaciones de bloques, suelos poco profundos, con cierta abundancia-dominancia de matorrales secundarios y restos del bosque semideciduo secundario.
- Llanuras onduladas sobre complejo de rocas vulcanógeno-sedimentarias, con suelos pardos de poco a medianamente profundos, medianamente diseccionadas, con comunidades de abundantes matorrales secundarios y vegetación herbácea, alternando con árboles aislados de frutales y maderables.

Por sus características fisonómicas la formación vegetal es semidecidua noto-mesófila media, con alturas de 10-15 m, que se relaciona con los gradientes de humedad y los nutrientes existentes en los suelos, que son pobres por su irregular contenido de materia orgánica (oligotróficos), poco profundos, con afloramientos cársicos y significativa porosidad de las rocas, junto con otras características estructurales del sustrato.

Es un ecosistema sensible a las variaciones tensionales que recicla sus contenidos energéticos a velocidades medias (eremazimóticos), bajas (mesozimóticos) o muy bajas (eueremazimóticos), según cálculos inferidos por el grosor de las esteras radicales e incrementos diamétricos, entre otros índices funcionales.

En las alturas, la formación vegetal secundaria eutónica (bosque insular) se desarrolla en sitios poco protegidos a diferentes factores que les producen tensiones y lo impactan, entre ellos la acción eólica, condiciones hídricas, edáficas (rápida percolación del agua de lluvia por el sustrato cársico), alteraciones en la evapotranspiración, incrementos de las temperaturas anuales, problemas nutrimentales y otros originados por la competencia y adaptación de las especies en la comunidad. Se añaden los daños ocasionados por las talas selectivas, intensivas, incendios y tendencia a la aridez en el conjunto orográfico, que ha ido perdiendo sus coberturas boscosas durante décadas.

Las formaciones referidas se valoran como mixtas y restauradoras, bajo el proceso natural de la competencia, adaptación y desplazamientos sucesionales de sus grupos funcionales de especies, por lo que se valora en fase de homeostasis II.

En este ecosistema se hallan mayores cantidades de individuos tolerantes a la competencia, siendo el medioambiente local el que sitúa un conjunto de condiciones que establecen la función selectiva entre los taxones del bosque y de los matorrales secundarios con especies invasoras que lo rodean.

El comportamiento funcional de la vegetación está también directamente influenciada por la ubicación geográfica de los Cerros Cachimbos, ubicados entre las elevaciones Najasa y Guaicánamar, convirtiéndose así en un importante eslabón biológico entre las alturas del conjunto orográfico y las zonas llanas aledañas, por lo que no se comportan como islas dentro del mosaico vegetal. Son físicamente eslabones de un corredor biológico, el que existía desde las alturas y llegaba hasta las costas algo más alejadas del sur de la provincia. Lo anterior se corrobora con la presencia en dichos cerros de hasta el 80 % de los taxones que se hallan dispersos o se han reportados en las restantes elevaciones del conjunto orográfico (Sierra del Chorrillo, Sierra de Najasa, Sierra de Guaicánamar), zonas llanas aldeñas y las costeras del sur.

Por las afectaciones existentes en la cobertura vegetal de las alturas se requieren más de quince años para lograr la restauración ecológica [Matos, 2010 y Urbino, 2010], incluyendo las áreas

llanas ocupadas por matorrales secundarios, con abundancia-dominancia de *Dichrostachys cinerea* (marabú). La restauración es posible siempre que existan los bancos de germoplasma y se aproveche la regeneración natural del bosque, los que presentan una distribución densa pero variable de plántulas e individuos jóvenes, relacionados con la producción de frutos y semillas de las plantas adultas, y constituyen el principal potencial de la recuperación natural del ecosistema montañoso. El estudio de las estrategias reproductivas, adaptativas y competitivas de las especies permiten conocer los posibles mecanismos para su restauración, aplicando preferiblemente la reforestación sucesional con las especies identificadas en el territorio. La regeneración natural como elemento importante de la reforestación y forestación se sustenta con la presencia constante en el suelo del colchón de hojarascas, el banco de semillas y el de plántulas, como estrategias funcionales adaptativas-competitivas. En los llanos próximos con numerosas fincas existen árboles maderables y frutales que pueden utilizarse como árboles plus [Pérez, 2003-2010].

El equilibrio dinámico alcanzado en el tapiz vegetal y sus fitocenosis la conforman una flora con 40 familias pertenecientes a las Magnoliophytas con 102 géneros y 147 especies con determinado valor forestal, que evolutiva y adaptativamente contribuyen al enriquecimiento de la fitodiversidad en el sitio silvestre valorado.

La resistencia a las tensiones está proporcionada por el conjunto de posibilidades genéticas de cada especie que conforman sus estrategias adaptativas y competitivas; se hallan como más significativas por la abundancia-dominancia *Oxandra lanceolata* (yaya, 30 %), *Calycophyllum candidissimum* (dagame, 15 %), *Crescentia cujete* (güira cimarrona, 10 %), *Bursera simaruba* (almácigo, 10 %), *Cordia collococca* (ateje colorado, 10 %), *Andira inermis* (yaba, 5 %), *Clusia rosea* (cupey, 5 %), *Swietenia mahagonii* (caoba cubana, 5 %), *Hebestigma cubense* (frijolillo, 5 %) y *Guazuma ulmifolia* (guásima, 5 %), entre otras dispersas.

La interacción de las estrategias adaptativas y competitivas por el suelo, nutrientes y luz, también se expresa en el hábito biológico árbol y arbolito en mayor porcentaje en el bosque y

arbustivo, conformando matorrales xeromorfos secundarios hacia las bases y zonas llanas aledañas.

El funcionamiento en equilibrio dinámico en las elevaciones cárnicas se evidencia en cuatro principales asociaciones vegetales:

- Poblaciones de árboles de *Oxandra lanceolata* (yaya) asociados con poblaciones de árboles de *Bursera simaruba* (almácigo) y *Guazuma ulmifolia* (guásima).
- Poblaciones de árboles de *Cordia collococca* (ateje colorado) y *Guazuma ulmifolia* (guásima) asociados con arbóreas de *Cedrela odorata* (cedro).
- Poblaciones de árboles de *Calycophyllum candidissimum* (dagame) asociados con poblaciones de árboles de *Crescentia cujete* (güira cimarrona) y *Sideroxylum foetidissimum* (jocuma).
- Poblaciones de arbóreas y arbustivas de *Hebestigma cubense* (frijolillo) asociados con arbustivas de *Celtis trinervia* (ramón de loma) y *Ateleia gumifera* (rala de gallina).

Las asociaciones vegetales constituyen importantes indicadores ecológicos para proponer la revegetación y reforestación de las áreas impactadas, como parte de su restauración ecológica, ya que deben ser utilizadas preferentemente aquellas especies que ya existen en las diferentes comunidades.

Entre las adaptaciones funcionales de este ecosistema se halla el incremento de las áreas foliares con la presencia de especies notófilas, entre ellas *Bursera simaruba*, *Capparis cynophallophora* y *Erythroxylum havanense*, y mesófilas como *Guazuma ulmifolia*, *Roystonea regia* y *Spondias mombin*. Se hallan algunas mesófilas dominadas en el sotobosque, entre ellas *Agave leprelliana*, *Bromelia pinguin*, *Clusia rosea* y *Genipa americana*.

La combinación de poblaciones conformando la comunidad vegetal con dominancia de especies mesófilas y presencia de cierta esclerofilia foliar permite ganancia de mayor estabilidad y constancia en la producción de hojas y mayor duración, tanto en las plantas vivas como sobre el piso del bosque, formando el colchón de hojarascas como estrategia funcional de reservas de nutrientes [Herrera y Vilamajó, 1988].

Las respuestas funcionales adaptativas, reproductivas y competitivas se hallan también en las tasas de crecimientos de muchas de las especies del componente florístico, las que suelen ser lentas, constantes y estabilizadas, y proporcionan maderas resistentes, pesadas y duras con mayores densidades en sus fibras [Carreras y Dechamps, 1995], respondiendo de forma efectiva a las tensiones ambientales de las alturas cársicas. Del grupo se significan especies estabilizadoras y rezagadas, entre ellas *Buchenavia tetraphylla* (júcaro amarillo), *Gerascanthus gerascantoides* (varía), *Diospyros caribaea* (ébano carbonero) y *Lysiloma sabicu* (sabicú).

Se valora la dependencia de algunas especies arbustivas y arbóreas, principalmente en las leguminosas *Hebestigma cubense*, *Lysiloma sabicu* y *Pithecellobium arboreum* a la asociación con hongos micorrizógenos que intervienen en sus ciclos que se percibe una superficie cubierta entre el 70 y el 80 %. El resto lo ocupan claros y algunas trochas. El espaciamiento y densidad de sus componentes arbóreos y arbustivos, sin embargo, indican una favorable distribución espacial de los individuos dentro de la comunidad, que decide sobre el comportamiento adaptativo y competitivo de las diferentes especies y los remplazamientos y reclusiones que se realizan.

La densidad o población de taxones de más de 1,50 m de altura y a partir de 2,0 cm de perímetro del fuste, analizada para los tres transectos (bases, laderas y cimas), varió en un rango, donde $N = 41 \dots 142$, para un total de 272 valoraciones funcionales puntuales; pero la variable distancia no arrojó diferencia significativa entre la base, ladera y cima de las elevaciones (Tabla).

Para los cerros la densidad o población de plantas de diferentes especies manifestó en la variable distancia (espaciamiento o separación natural entre individuos) lo siguiente: mínimo 94,0 cm; medio 160,0 cm; máximo 413,0 cm, y promedio general 2,28 m. La cantidad aproximada de árboles, arbolitos y arbustos calculados para 1 ha es de 4386. El cálculo realizado de más de dos mil y hasta cinco mil individuos por hectárea permite valorar el bosque secundario como en estado medianamente denso, que se corresponde con el estadio sucesional fase de homeostasis II. Por la composición florística,

sus estructuras y los comportamientos de sus grupos funcionales de especies (pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas) constituyen un estadio maduro de desarrollo, que se identifica como clímax; sin embargo, faltan o son escasos algunos taxones de los estratos dominantes que existen en otras alturas próximas del conjunto orográfico, por lo que han sido sustraídos por talas selectivas, entre ellos *Lysiloma sabicu* (sabicú), *Cedrela odorata* (cedro), *Sideroxylum foetidissimum* (jocuma), *Swietenia mahagonii* (caoba cubana) y *Gerascanthus gerascantoides* (varía). Estos impactos dañan estas formaciones vegetales secundarias, que son protectoras del agua y los suelos de las zonas montañas bajas de Camagüey [Pérez, 2003 al 2010].

La distancia o espaciamiento entre los taxones permite determinar el estado vital de cada planta, sus alturas, incrementos en diámetros, rapidez de los crecimientos, naturaleza de los suelos y sus condiciones físicas y fertilidad [Herrera, Menéndez y Vilamajó, 1988], además de que se infiere las condiciones climáticas locales que prevalecen, ya sean las variaciones de temperaturas, períodos secos y lluviosos, presencia o no de especies exóticas, naturalizadas y endémicas. Hacia algunas laderas, bases y áreas aledañas se ubican las poblaciones con matorrales xeromorfos espinosos secundarios, con abundancia-dominancia de *Acacia farnesiana* (aroma amarilla), *Comocladia dentata* (guao prieto), *Comocladia platyphylla* (guao de sabana) *Dichrostachys cinerea* (marabú) y *Mimosa pigra* (Weyler). El espaciamiento entre las arbustivas es irregular y hasta compacto en algunos segmentos. Esto hace que se aprovechen las propiedades del terreno, con muy poco suelo y afloramientos cársicos, pero se enriquecen con necromasa y se fomenta el sustrato orgánico, beneficiándose la propia vegetación y la fauna asociada.

Las especies mezcladas que conforman el bosque mixto secundario son de distinta constitución genética y manifestación funcional. Así se hallan las estrictamente heliófilas, entre ellas *Cecropia schreberiana* (yagruma hembra) y *Guazuma ulmifolia* (guásima) y esciófilas como *Canella winterana* (cúrbana, malambo) y *Erythroxylum havanense* (jibá), los que proporcionan al ecosistema una estructura compleja

en su funcionamiento que debe considerarse durante su restauración ecológica.

En las alturas existe una distribución densa y variable de plántulas e individuos jóvenes que se relacionan con la producción de frutos secos, carnosos y semillas de las especies de los estratos superiores, y constituyen el principal potencial de la regeneración en dichas áreas.

Se obtuvieron datos de los perímetros (p) y diámetros (d) de los fustes de árboles, arbolitos y algunos arbustos. Los incrementos diamétricos constituyen otra de las categorías funcionales básicas para valorar el funcionamiento del ecosistema arbóreo-arbustivo, y constituyen índices funcionales para determinar la salud del ecosistema y su estabilidad funcional.

La variable diámetro de cada individuo en centímetro fue analizada para la misma cantidad de transectos de la variable distancia (bases, laderas y cimas) e igual número de valoraciones funcionales puntuales, y tampoco mostró diferencia significativa entre ellos (*Tabla*). El crecimiento de los individuos botánicos está influenciado por su espaciamiento. Si es muy densa la formación vegetal (con poca separación), es menor el incremento en diámetro de las plantas. Se verifica la existencia de tres grupos principales de especies, de acuerdo con las clases diamétricas ($DAP_{1.30\text{ m}}$). Un primer grupo con un diámetro promedio de d: 5,4 cm, segundo con d: 13,3 cm, y el tercero con d: 59,6 cm. En dichos grupos se ubican especies tolerantes a la competencia, entre ellas *Lysiloma sabicu* (sabicú, p: 183,0 cm, d: 58,0 cm), intolerantes como *Gliricidia sepium* (piñón florido, p: 187,3 cm, d: 59,6 cm), *Spondias mombin* (jobo, p: 167,0 cm, d: 52,0 cm) y *Ceiba pentandra* (ceiba, p: 549,0 cm, d: 175,0 cm), que aportan las mayores alturas e incrementos en perímetros y diámetros de los fustes y de comportamiento medio, entre ellas *Crescentia cujete* (güira cimarrona), *Clusia rosea* (cupey) y *Bursera simaruba* (almácigo, p: 172,0 cm y d: 55,0 cm). En la estrategia de distribución en clases diamétricas, en estos tipos de formaciones vegetales influyen positivamente las distintas capacidades de las semillas para germinar o no a la sombra (umbrales bajos, medios y altos), por lo que crecen individuos con diferentes edades y diámetros [Herrera y Priego, 1997]. La cantidad de taxones correspondientes a plántulas de especies arbóreas

predomina sobre el número de otras especies, tanto del estrato arbustivo como del herbáceo y el sinusio de lianas y epífitas. Se observan en el sotobosque las erguidas *Agave legrelliana* y *Bromelia pinguin*, las trepadoras *Echites umbellata*, *Urechites lutea*, *Vanilla dilloniana* y las epífitas *Oncidium leiboldi*, *Tillandsia flexuosa*, *Tillandsia valenzuelana* y *Tillandsia usneoides*, entre otras.

En los cerros algunos de los individuos de diferentes especies presentan esteras radicales, las que se hallan en los suelos profundos de las bases, medianamente profundos de las laderas y poco profundos de las cimas, entre las oquedades de las rocas calizas, que poseen altos porcentajes de acumulación de materias orgánicas. Las esteras son mecanismos funcionales importantes para la recuperación de los nutrientes, y su presencia evidencia que la vegetación está sometida a algún tipo de tensión hídrica o nutrimental, y constituyen índices visuales para reconocer aquellos ecosistemas sometidos a tensiones [Herrera y Priego, 1997]. El desarrollo de las esteras embebidas en una matriz de hojas, donde el reciclaje de nutrientes es bastante directo, permite al ecosistema poseer naturalmente un eficiente mecanismo de recuperación nutrimental [Herrera *et al.*, 1997].

La variable grosor de las esteras radicales (ER) de cada individuo en centímetro fue analizada para los mismos transectos (bases, laderas y cimas) con igual número de valoraciones funcionales puntuales (272), evidenciándose diferencia significativa entre las porciones o zonas de los cerros (*Tabla*).

Existen tres comportamientos funcionales principales, los que guardan relación con los incrementos diamétricos de arbustos, arbolitos y árboles. Se miden el grosor y la profundidad que alcanzan las esteras dentro de los suelos. Al respecto, el grosor mínimo promedio reporta 6,0 cm (mesozimótico), coincidiendo en las laderas con afloramientos cársicos; el medio es de 8,8 cm (eremazimótico), también con suelos escasos y afloramientos cársicos, con árboles de poca altura (5-10 m), y el máximo valor alcanza esteras de grosor promedio de 16,2 cm (eueremazimótico), con suelos más profundos y un dosel más elevado (12-15 m) que coincide con las bases y los escalones en las laderas. Se halla un promedio general para el grosor de las esteras en las alturas de 10,5 cm que permi-

te valorar al ecosistema en su conjunto como eremazimótico. Los procesos de acumulación y descomposición posterior de la materia orgánica constituyen también estrategias de funcionamiento ecológico e influyen en la formación de los suelos (*Tabla*).

Prueba de Kruskal-Wallis. Aplicado para los Cerros Cachimbos en Sierra de Najasa, Camagüey

Variables	Transect	N	Rango promedio
Distancm	1	41	145,63
	2	142	136,75
	3	89	131,89
	Total	272	
Diámetro (cm)	1	41	121,71
	2	142	137,60
	3	89	141,56
	Total	272	
ER (cm)	1	41	226,38
	2	142	124,95
	3	89	113,52
	Total	272	

1: Bases, 2: Laderas, 3 Cimas de las alturas.

Estadísticos de contraste (a, b)

	Distancm	Diámetro (cm)	ER (cm)
Chi-cuadrado	0,860	1,846	77,444
gl	2	2	2
Sig. asintót.	0,651	0,397	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Transect

CONCLUSIONES

- Los Cerros Cachimbos valorados funcionalmente y utilizando como indicadores ecológicos las variables distancia, diámetro y esteras radicales y las asociaciones existentes en las comunidades vegetales, según los cuatro grupos funcionales de especies (pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas), conservan una rica biodiversidad e importantes bancos de semillas y plántulas con significativos valores botánicos y económicos, con condiciones ecológicas que facilitan el adecuado manejo silvícola y la reforestación sucesional para cubrir las áreas afectadas y restaurar ecológicamente las alturas cársicas, con plantaciones forestales, preferiblemente utilizando árboles y arbustos multipropósitos o de usos múltiples existentes en el municipio (AUM).
- Los estudios sobre el funcionamiento en las alturas del conjunto orográfico Sierra de Najasa, al sur de la provincia, demuestran científicamente que dichos ecosistemas no pueden ser impactados debido al desempeño funcional y estabilidad ecológica que proporcionan en esos sitios, además de que poseen asignadas por el Estado cubano las categorías de Bosques Protectores y de Conservación, refrendados jurídicamente por la Ley 81 de Medio Ambiente (1997), Ley 85 o Ley Forestal (1999), la Resolución 330/1999 (Reglamento de Ley) y el Decreto 268/1999 sobre las contravenciones de las regulaciones forestales, entre otros documentos regulatorios del CITMA, SEF y otras entidades.

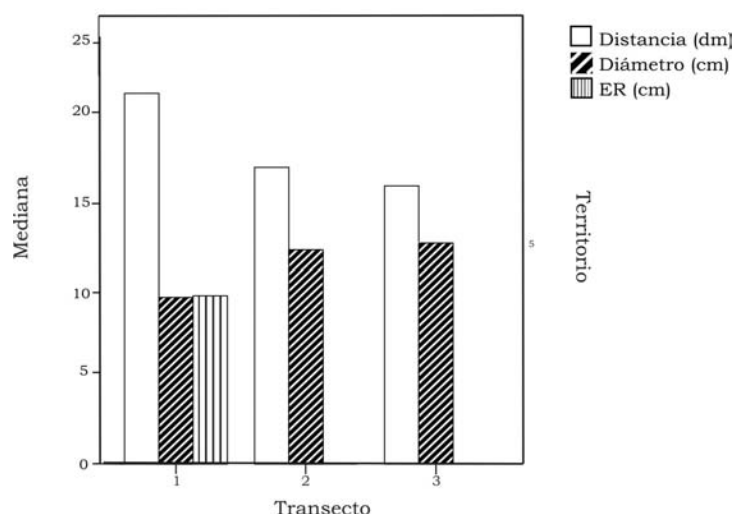


Gráfico comparativo del comportamiento de las variables distancias, diámetros y esteras radicales en los Cerros Cachimbos. Simbología: (1) bases, (2) laderas y (3) cimas de las alturas.

BIBLIOGRAFÍA

- BETANCOURT BARROSO, A. 1999. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 431 pp.
- BETANCOURT BARROSO, A. 2000. *Árboles maderables exóticos en Cuba*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 352 pp.
- BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 383 pp.
- CAPOTE, R., GARCÍA, E. E., HERRERA, R. 1988. «Sucesión vegetal». En *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Instituto Ecología Sistemática. ACC. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO. Montevideo. pp. 272-295.
- CARRERAS, R.; DECHAMPS, R. 1995. «Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales». Musée Royal de L'Afrique Centrale Tervuren, Belgique. Documentation Sciences Economiques (BE) vol. 9. 120 pp.
- CITMA-SPAP. 2010. «Situación de las áreas protegidas en la provincia». En *Informe de balance anual* (Inédito). Dpto. Áreas Protegidas. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Delegación Camagüey. 10 pp.
- FORS, A. J. 1957. *Maderas cubanas*. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 172 pp.
- HERRERA, R. MENÉNDEZ, L., VILAMAJÓ, D. 1988. *Las Estrategias Regenerativas, Competitivas y Sucesionales en los bosques siempreverdes en la Sierra del Rosario*. En: *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba*. Instituto Ecología Sistemática ACC. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO, ROSTLAC, Montevideo, Uruguay, pp. 29-362.
- HERRERA, R.; PRIEGO, G. 1997. «Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity». *Nature & Resources* (FR) UNESCO 33 (1):2-17.
- Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal. 1970. *Árboles maderables de Cuba*. La Habana. Instituto del Libro. 238 pp.
- LEÓN, HNO., ALAIN, HNO. 1951, 1953, 1957, 1964. *Flora de Cuba*. Obras. Contr. Ocas. Museo Historia Natural Clegio La Salle.
- MATOS, M. J. 2010. «Restauración ecológica en el Caribe: Estado del arte». En Libro Resumen. III Simposio Internacional Restauración Ecológica. Santa Clara. Cuba. CD. (ISBN: 978-959-250-600-8).
- PÉREZ-CARRERAS, E.; ENRÍQUEZ, N.; HERRERA, P. 1994. «Características florísticas y fisonómicas de la vegetación boscosa de las Sierras Najasa, Guaicanámar y Cerros Cachimbos, Camagüey, Cuba». *Acta Botánica Cubana* (CU) 95:16.
- PÉREZ-CARRERAS, E.; ÁVILA, B.; ENRÍQUEZ, N. 1995. «Las especies maderables y su utilización en la provincia de Camagüey». *Revista Electrónica Agrisostenible* 2(2):7.
- PÉREZ-CARRERAS, E. 2003. «Reforestación sucesional en la Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba». Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología y Sistemática.
- PÉREZ-CARRERAS, E. *et al.* 2008. «Funcionamiento ecológico de los Cerros Cachimbos. Grupo orográfico de Najasa. Camagüey, Cuba». 11.º Encuentro de Botánica Johannes Bisse in Memoriam. 15 pp.
- ROIG Y MESA, J. T. 1960. *Árboles maderables cubanos*. La Habana. Centro Nac. de Exp. y Extensión Agrícola, Boletín No. 80. 30 pp.
- ROIG Y MESA, J. T. 1965. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. La Habana. Editorial Nacional de Universidades. tt. 1 y 2, 1142 pp.
- ROIG Y MESA, J. T. 1966. *Catálogo de maderas cubanas*. Estación Central Experimental Agropecuaria Santiago de Las Vegas. La Habana. 25 pp.
- SABLÓN, A. M. 1984. *Dendrología*. Ciudad Habana. Editorial Pueblo y Educación, 196 pp.
- SAMEK, V. 1974. *Elementos de silvicultura de los bosques latifolios*. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 291 pp.
- URBINO, R. J. 2010. «La rehabilitación ambiental minera, una solución holística». En Libro Resumen. III Simposio Internacional Restauración Ecológica. Santa Clara. Cuba.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Everardo de la Caridad Pérez Carreras

Doctor en Ciencias Biológicas, profesor e investigador titular, profesor adjunto del Centro de Medio Ambiente y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica José Martí, es miembro del Consejo Científico de la Facultad y de la Universidad donde labora. Ha desarrollado varias investigaciones relacionadas con las formaciones vegetales y la flora de diferentes ecosistemas montañosos y costeros de Cuba. Es autor y coautor de mapas de vegetación, flora y silvicultura a diferentes escalas. Ha desarrollado diagnósticos ambientales, estudios de impactos ambientales y planes de manejo y participado en múltiples eventos científicos y talleres.