

OCHO INDICADORES VALORATIVOS FUNCIONALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE TERRITORIOS DEGRADADOS EN CUBA

EIGHT FUNCTIONAL VALUATION INDICATORS, FOR THE ECOLOGICAL RESTORATION OF DEGRADED TERRITORIES IN CUBA

EVERARDO DE LA CARIDAD PÉREZ-CARRERAS¹ Y LIC. ALEXIS R. FALS-PÉREZ²

¹ Dr. Ciencias Biológicas, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey. Circunvalación Norte, Camagüey. Cuba, everardo.perez@reduc.edu.cu, teléfono: 261593, 234101

² Empresa Geominera Camagüey, Carretera Central Este Km 3^{1/2}, Camagüey

RESUMEN

El objetivo de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) es rescatar territorios degradados y suministrar una herramienta práctica y científico-metodológica para la recuperación de suelos y el tapiz forestal de sitios silvestres impactados. Se estudian 8 IVF en esta primera parte del trabajo, basados en las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de las habilidades: a) adaptativas o de supervivencia en el sitio silvestre; b) reproductivas, regenerativas y propagación; c) competitivas o de predominio poblacional de los grupos funcionales de especies, que ocupan nichos ecológicos, según etapas sucesionales. Como estado de resultados, los indicadores forman parte de la Metodología de Restauración Ecológica Terrestre para Cuba. Como conclusiones, las tres estrategias incluyen los grupos funcionales de especies participantes desde el primer al cuarto nivel sucesional, con taxones: Pioneros (Exuberantes), Colonizadores (Oportunistas, Restauradores, Reparadores), Estabilizadores (Austeros, Resistentes, Eficientes) y Rezagados (Retardados), reforestando con métodos silvícolas de probada efectividad y aplicación en Cuba.

Palabras claves: restauración, pioneras, colonizadoras, estabilizadoras y rezagadas.

ABSTRACT

The objective of Functional Values Indicators (IVF) is to rescue degraded areas and provide a practical and scientific - methodological tool for the recovery of soils and the forest tapestry of impacted wild sites. 8 IVF are studied in this 1st part, based on the Strategies of the Functional Groups of Species, in the context of the following abilities: A) Adaptive or Survival skills in the wild site, B) Reproductive, Regenerative and Propagation and C) Competitive or population predominant the functional groups of species, which occupy ecological niches, according to successional stages. As a result, the indicators are part of The Terrestrial Ecological Restoration Methodology for Cuba. As a conclusion, the 3 strategies include the functional groups of species from the 1st to 4th successional level, with taxa: Pioneers (Exuberant), Colonizers (Opportunists, Restorers, Repairers), Stabilizers (Austere, Resistant, Efficient) and Retarded), Re-forestry, with silvicultural methods of proven effectiveness and application in Cuba.

Key words: restoration, pioneering, colonizer, stabilizing and retarded.

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) que se evaluaron y presentan en este resultado persiguen la orientación científica y metodológica de la rehabilitación integral, de las condiciones naturales y seminaurales de los sitios silvestres degradados, facilitando guiar los planes de manejos silvícolas, con

medidas efectivas y económicas, que incluyen acciones restauradoras para los suelos, flora, vegetación, fauna asociada y otros elementos bióticos y abióticos, según las condiciones de cada localidad, introduciendo diferentes criterios de especialistas forestales y campesinos para evaluar sitios degradados, contribuyendo

al enriquecimiento científico-metodológico de la Ecología Forestal Tropical Cubana, que incluye la Ecotecnología de Reforestación Sucesional, la Forestería Análoga, entre otras acciones efectivas actualmente.

Los principios que sustentan la aplicación funcional de los Indicadores Valorativos Funcionales (IVF) o de Rehabilitación de los sitios silvestres ecológicamente degradados permiten corroborar que, al valorar los diferentes niveles de la degradación del ecosistema seleccionado y evaluado desde medio a muy fuertemente tensionado, se constata la existencia potencial de algunos valores de la biota a rescatar, proteger y fomentar, y que cumplan una función ecológica en el sitio y faciliten la rehabilitación integral en diferentes plazos, siendo justificado además por la ubicación geográfica del sitio degradado, justificándose socioeconómicamente la restauración. Las zonas a rehabilitar deben permitir que se ejecuten programas de recuperación forestal integral, con planes de manejo diferenciados, incluyendo la zonificación funcional del paisaje local, la restauración de la salud de hábitats y nichos ecológicos del sitio y el equilibrio dinámico del mismo, mejorando las condiciones higiénico-sanitarias y económicas del territorio y de sus habitantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron los resultados científicos de diferentes obras de autores individuales y de varios colectivos de autores, desde 1950 hasta 2015. Se analizaron datos de varias instituciones, entre ellas de los Institutos de Meteorología, Suelos, INRH, Empresa Forestal Integral, Servicio Estatal Forestal, Ministerio de la Agricultura, GEOCUBA y ENIA.

Se procesan diferentes datos sobre las formaciones vegetales, florísticos y fitocenológicos de las provincias de Camagüey, Ciego de Ávila y Las Tunas, y se interpreta la sucesión vegetal o neocenogénes, con sus fases y etapas sucesionales en los sitios silvestres degradados. Se utilizan, entre otros métodos de trabajos de campos y de gabinetes: a) directos (parcelas florísticas permanentes) e indirectos (parcelas temporales); b) áreas mínimas; c) transección (transectos temporales y permanentes); d) perfiles esquemáticos horizontales de vegetación y

de planos de inversión. Se valoraron en los ecosistemas degradados 10 Indicadores Valorativos Funcionales, basados en las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en sus tres principales agrupamientos de habilidades.

Se analizan los promedios de los valores para las variables, correspondientes a cada método de plantación, tomando como guía el resultante de los fenogramas. Se confeccionan las tablas de contingencias por los valores obtenidos del sistema de calificación establecidos para calcular el ITA, IRF y el ICC, entre otros IVF. Para conformar los agrupamientos de especies, entre los sitios con relictos de formaciones vegetales y determinar la dominancia de las categorías funcionales en cada ecosistema y elaborar recomendaciones para la restauración ecológica, se efectuaron: a) análisis exploratorios o multivariados (Programa NTSYS, 2001); b) como medida de intervalo se utilizó el Coeficiente de Distancia Taxonómica Promedio (DIS); c) el agrupamiento se realizó mediante la técnica SAHN con las opciones UPGMA y WARN; d) los datos estadísticos fueron obtenidos directamente de los sitios estudiados para la rehabilitación; e) los dendrogramas fueron obtenidos de las matrices cofenéticas (COPH), que produce una matriz cofenética asimétrica. Los valores obtenidos para las correlaciones cofenéticas y la lógica sobre el funcionamiento ecológico de los grupos de taxones, según las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, fueron utilizados como los principales criterios para seleccionar los fenogramas en las áreas a restaurar; f) se estructura la base de datos (software SPSS, versión 15.0, Windows, 2006) y se codifican las variables territorio y transectos; g) se miden otras tres variables: (*Dt*) distancia entre individuos (para calcular el número aproximado de individuos x ha), (*Dm*) diámetros (para considerar los aumentos de la biomasa en el ecosistema, midiéndose los troncos o fustes de cada individuo, a partir de 2 cm de perímetro y (*ER*, cm) esteras radicales (grosor o profundidad de las raicillas o esteras dentro de los suelos, si se hallan presentes). Las mediciones reportaron valores significativos, en el aprovechamiento y reciclaje de los nutrientes de los suelos en cada sitio con vegetación afectada. Con las informaciones obtenidas en los sitios se analizaron las características de la

distribución de las variables con el objetivo de probar; h) la Normalidad (N) de las mismas y utilizar las estadísticas descriptivas; i) se aplicaron los Tests No Paramétricos, porque las tres variables: distancias entre los individuos, diámetros de los fustes y el grosor de las esteras radicales no dieron distribución normal, ni en las parcelas ni en los transectos; j) se aplicó el Tests de Kolmogorov-Smirnov y se utilizó la Correlación de Rango (Rho de Spearman), para relacionar las tres variables; k) se aplicaron los Tests No Paramétricos de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, para comparar los resultados entre los sitios degradados.

Para revalidar los IVF se realizaron consultas a especialistas forestales, de suelos, obreros agrícolas y campesinos, entre otros, vinculados con la rehabilitación de los ecosistemas.

Se analizan en esta segunda parte del resultado científico, 10 IVF basados en las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de sus cuatro principales agrupaciones: a) (PE). Pioneros (Exuberantes); b) (CORR). Colonizadores (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras); c) (EARE). Estabilizadores (Austeros, Resistentes, Eficientes); d) (RR). Rezagadas (Retardadas), según sus tipos de habilidades para adaptarse, reproducirse y competir entre los individuos que integran las diferentes poblaciones, dentro de cada comunidad o biocenosis en los sitios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies (Categorías Funcionales) son propiedades intra e interespecíficas de los grupos de taxones con diferentes hábitos biológicos, entre ellos herbáceos, arbustivos y arbóreos, que integran los ecosistemas con variadas formaciones vegetales y manifiestan el grado de tensión o estrés abiótico y biótico, al que está sometido el funcionamiento del ecosistema y se utilizan desde el punto de vista ecológico, para proponer especies en la restauración gradual de los sitios impactados. En los 8 IVF de esta primera parte del resultado (de un total de 18), se incluyen las respuestas adaptativas, reproductivas y/o multiplicativas y competitivas, que adoptan los grupos de especies dentro de las poblaciones y sus comunidades.

Los grupos funcionales de taxones ocupan desde el primer al cuarto nivel sucesional o de entradas de sustitución o reemplazos. Cada uno de los cuatro niveles poseen a su vez tres etapas en los gradientes de la sucesión (neocenogénesis), las que se clasifican como tempranas, medias y tardías que tienden a solaparse y mantener algunos individuos (herbáceos, arbustivos o arbóreos) más resistentes adaptativa y competitivamente, de una etapa hacia la otra, hasta su total desplazamiento sucesional en el respectivo ecosistema.

Los ecosistemas a restaurar pueden hallarse desde pocos a muy fuertemente modificados y sometidos a la influencia de las diferentes tensiones abióticas y bióticas, con impactos residuales, actuales y potenciales, por la que la selección de taxones en la rehabilitación de un área, según las tres Estrategias de los Grupos Funcionales, deben ser interpretadas con precisión y objetividad paisajística para evitar pérdidas de posturas, esfuerzos y otras.

Las tres Estrategias de los Grupos Funcionales de Especies, en el contexto de los IVF, para evaluar el estado ecológico de un sitio degradado y proponer su Restauración Ecológica (RE), se desglosan en: a) adaptativas o de supervivencia de las especies, en el sitio silvestre degradado donde se hallan; b) reproductivas, multiplicativas, regenerativas y propagación (incluye colonización, invasión y migración de los taxones); c) competitivas o de predominio poblacional (abundancia-dominancia de las especies), de los grupos funcionales que ocupan diferentes nichos ecológicos, según etapas sucesionales de las formaciones vegetales, que ocupan como relictos, los sitios silvestres impactados (Clarke, 1975; Pérez-Carreras, 2003 y Pérez-Carreras, *et al.*, 2008, 2012, 2013, 2014 y 2015).

IVF 1. Primer Grupo Funcional (PE): Especies Pioneras (Exuberantes) (se incluye en la Estrategia A)

En este grupo funcional, con ejemplos de taxones arbóreos se ubican: *Cecropia schreberiana* Miq. (yagruma hembra), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásima), *Hura crepitans* L. (salvadera), *Leucaena leucocephala* L. (ipil-ipil), *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (inga dulce), *Moringa oleifera* L. (moringa), *Schefflera morototoni* DC. (yagruma macho) y *Terminalia catappa* L.

(almendro de la India). Entre los muchos arbustivos pioneros o exuberantes, se reportan *Ateleia gummifera* (DC.) Dietr. var *cubensis* (rala de gallina), *Cordia nitida* Vahl. (ateje de costa), *Cordia obliqua* Willd. (ateje americano), *Criptostegia grandiflora* (Roxb.) R. Br. (arbusto o bejuco seda) y *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barneby (frijolillo). Todas estas especies se manifiestan como invasoras y caracterizan el primer nivel de la sucesión, con grupos de taxones que ocupan las etapas tempranas, medias y tardías.

Como función ecológica principal, ocupan e invaden los claros de las formaciones vegetales del ecosistema impactado y otras áreas deforestadas, y preparan las condiciones microambientales para la implantación y posterior germinación del banco de semillas, facilitando el desarrollo de las plántulas de las especies con diferentes hábitos biológicos, que incluyen herbáceas, arbustivas y en menor proporción las arbóreas primarias.

También las PE desempeñan un papel funcional significativo en la conformación de umbráculos naturales, garantizando la continuación de la regeneración natural y el restablecimiento del ecosistema y la estabilización y protección de los suelos, frente a los impactos del intemperismo, entre otras acciones que originan efectos degradativos.

Como estrategia de regeneración, las exuberantes (pioneras) tienen alta capacidad reproductiva, producen significativas cantidades de semillas (generalmente pequeñas) por frutos, y tienen un reducido peso. Las PE pueden tener bancos de plántulas en los sitios degradados (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988).

Los PE arbóreos, arbustivos y herbáceos tienen crecimientos rápidos, ciclos de vida cortos y en el caso de las arbóreas, poseen poca densidad y peso de las maderas, las que por lo general, son blandas, ligeras y con poco valor comercial, pero importantes desde el punto de vista funcional, y sobre todo para la recuperación de sitios silvestres dañados.

IVF 2. Segundo Grupo Funcional (CORR): Especies Colonizadoras (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras) (se incluye en la Estrategia A)

Se reportan, entre otras especies arbóreas: *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (almácigo), *Casuarina*

equisetifolia Forst. (casuarina), *Gerascanthus collococca* L. (ateje colorado), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steaud. (piñón florido), *Melia azedarach* L. (paraíso), *Metopium brownei* (L.) Krug et Urb. (guao de costa), *Spondias mombin* L. (jobo), *Spondias purpurea* L. (ciruela), *Tabebuia angustata* Britt. (roble blanco), y entre las arbustivas: *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (aroma amarilla), *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight et Arn. (marabú), *Hippomane mancinella* L. (manzanillo) y *Mimosa pigra* L. (aroma de agua). Las CORR presentan especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, del primer nivel sucesional en sus etapas media y tardía, al segundo nivel en la sucesión en sus etapas temprana, media y tardía. Agrupa a los taxones que tienden a ser productivos y colonizan y reparan los sitios perturbados, desde medios a fuertemente modificados, junto y después del establecimiento de las especies PE. Son las que colonizan al ecosistema y contribuyen a restaurarlo en mayor plazo de tiempo, posibilitando el desarrollo posterior de las especies tolerantes y de crecimientos más lentos. A esta clasificación pertenece un gran número de taxones arbóreos de importancia económica, tanto frutales como maderables (incluye preciosas) o de usos múltiples (AUM), con crecimientos relativamente rápidos y longevidad media, y poseen más valor industrial que las especies del grupo PE.

Las CORR poseen capacidades variables para resistir las tensiones de los sitios silvestres degradados, tienen aceptables crecimientos en diámetros de sus fustes y las arbóreas, alcanzan alturas hasta los 20 m y las arbustivas hasta 6 m aproximadamente. Producen frutos con semillas de diversos tamaños; algunas especies forman bancos de semillas y otros de plántulas, y son muy factibles económicamente para conformar viveros, con altos porcentajes de supervivencias (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988; Capote, García y Herrera, 1988; Pérez-Carreras, 2003 y Hechavarría-Kindelán *et al.*, 2014).

IVF 3. Tercer Grupo Funcional (EARE): Especies Estabilizadoras (Austeras, Resistentes, Eficientes) (se incluyen en las Estrategias B y C)

En este gran grupo clasifican, entre otras muchas arbóreas: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. (co-rojo de Jamaica), *Amyris balsamifera* L. (cuaba blanca), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (ceiba),

Cedrela odorata L. (cedro), *Citrus limonum* Risso (limón), *Citrus aurantium* L. (naranja agria), *Coccoloba uvifera* L. (uva caleta), *Cocos nucifera* L. (cocotero), *Comocladia dentata* Jacq. (guao de sabana), *Crescentia cujete* L. (güira cimarroña), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (soplillo), *Mangifera indica* L. (mango), *Melicocca bijuga* L. (anoncillo), *Poeppigia procera* Presl. (tengue), *Psidium guajava* L. (guayaba), *Sabal palmetto* (Walter) Lodd. ex J.A. et J.H. Schult. (palma cana), *Swietenia mahagonii* (L.) Jacq. (caoba cubana), *Sideroxylon foetidissimum* Jacq. (jocuma) y *Thevetia peruviana* (Berg.) K. Schum. (cabalonga), y entre otras arbustivas: *Belairia mucronata* Griseb. (yamaquey negro) y *Guaia-cum sanctum* L. (guayacancillo).

En el grupo se presentan especies que se distribuyen desde la etapa tardía del segundo nivel de la sucesión, al tercer nivel en sus etapas temprana, media y tardía. Como funciones ecológicas en los sitios perturbados, estabilizan los mismos y resisten diferentes impactos, son tolerantes a las competencias y generalmente crecen en lugares poco protegidos y tensionados (Capote, García y Herrera, 1988 y Pérez-Carreras *et al.*, 2008).

Los taxones EARE, con sus diferentes hábitos biológicos, intervienen en la eficiencia funcional de los ecosistemas para que se alcance el equilibrio dinámico y la resistencia continuada a los factores abióticos adversos. Contribuyen a que los taxones del grupo CORR puedan cumplir sus funciones reproductivas y/o multiplicativas. Generalmente los individuos de las diferentes especies EARE se caracterizan por crecimientos lentos, y en sus fustes las maderas poseen altas densidades y pesos, por lo que tienen generalmente valor comercial por ser duras, incorruptibles y resistentes. Estos taxones, principalmente arbóreos y arbustivos leñosos, tienen ciclos de vida largos, capacidades reproductivas bajas y generalmente producen pocas cantidades de semillas, casi siempre grandes. Como estrategia regenerativa utiliza principalmente los bancos de plántulas. Son factibles para su propagación por viveros y las semillas tienen altos porcentajes de germinación.

IVF 4. Cuarto Grupo Funcional (RR): Especies Rezagadas (Retardadas) (se incluyen en las Estrategias B y C)

Se hallan entre muchas otras arbóreas: *Guapira obtusata* (Jacq.) Little (macagüey), *Guaicum*

officinale L. (guayacán), *Junisperus lucayana* Britt. (sabina de costa), *Lysiloma sabicu* A. Rich. (sabicú), *Manilkara albescens* Cronq. (ácana) y *Pera bumeliaefolia* Griseb. (jiquí), y las arbustivas: *Behaimia cubensis* Griseb. (guayacán), *Bucida palustris* Borhidi (jucarillo), *Bucida spinosa* (Northrop.) Jennings (júcaro espinoso) y *Brya ebenus* (L.) DC. (granadillo), *Caesalpinia bahamensis* Lam. (brasilete colorado) y *Capparis ferruginea* L. (mostacilla), entre otras. Las RR incluye grupos de especies funcionales que pertenecen a la etapa tardía del tercer nivel de la sucesión y se extiende hasta el cuarto nivel en sus etapas temprana, media y tardía. Las especies responden genética, adaptativa y funcionalmente a sitios húmedos, poco húmedos (más secos) y transicionales o indiferentes, y tienen alta especialización para establecerse en los sitios más tensionados (ecosistemas degradados).

Los individuos de las especies RR (arbóreas, arbustivas y herbáceas) son tolerantes a las competencias y se ubican generalmente en los lugares menos protegidos. Las arbóreas son taxones de pocas tallas o alturas, con crecimientos muy lentos, ciclos de vida muy largos y las maderas tienen generalmente altas densidades y pesos, son duras y resistentes; por ello son valiosas comercialmente y se utilizan en objetos de artesanía y muebles finos.

La capacidad reproductiva de muchos de sus individuos es muy baja; producen pocas cantidades de semillas, casi siempre grandes y mantienen, por lo general, la estrategia regenerativa del banco de plántulas. El empleo de los viveros es aconsejable para lograr la propagación de este valioso grupo de taxones (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988, Pérez Carreras, 2015).

IVF 5. (ITA) Índice de Tensión Abiótica (se incluye en la Estrategia A)

Se aplica principalmente en sitios deforestados, fuertemente impactados o modificados. El ITA se estima como indicador de la existencia de condiciones mínimas para la inclusión de taxones herbáceos, arbustivos y arbóreos, y valora la presencia de individuos aislados o en poblaciones de herbáceas de las familias Poaceae, Cyperaceae y Amaranthaceae, entre

otras, consideradas sucesionalmente del primer grupo funcional o pioneras (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988). Entre las muchas Poaceae se reportan *Cenchrus echinatus* L. (guizazo), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grama), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina), *Paspalum conjugatum* Berg. y *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (espartillo).

De las Cyperaceae que ocupan áreas más húmedas, se reportan entre otras, las del primer grupo funcional o exuberantes: *Cyperus iria* L., *Cyperus rotundus* L. (cebollita) y *Fimbristylis capillaris* (L.) A. Gray (espiguilla), y de las Amaranthaceae se hallan, entre varias, *Amaranthus spinosus* L. (bledo espinoso), *Amaranthus polygonoides* L. (bledo manso), *Amaranthus dubius* Mart. (bledo blanco) y *Achyranthes indica* (L.) Mill. (rabo de gato).

El ITA se calcula como resultado de la valoración indirecta integral de un conjunto de tensiones parciales que a causa de factores edáficos, geomorfológicos y microclimáticos, entre otros, modifican el grado de humedecimiento del paisaje local (Herrera, Hernández y Vilamajó, 1988 y Capote, García y Herrera, 1988). Para considerar cuantitativamente el ITA en un sitio o estación se analizan las coordenadas planas rectangulares X, Y, altura absoluta y relativa, tipos y formas del relieve, inclinación de las pendientes en grados, mesoexposición, tipos de suelos, texturas, espesor de los horizontes, basamentos de los suelos y el grado de afectación antrópica o natural. Para determinar el ITA se asignan valores en la escala establecida a los diferentes índices de tensiones, con un valor máximo de 20 puntos. Así se hallan cinco principales índices: Tensión Geomorfológica (ITG), Hídrica (ITH), Eólica (ITEo), Energética (ITEn) y Edáfica (ITED). Se aplica la ecuación: $ITA = ITG (25) + ITH (25) + ITEo (20) + ITEn (25) + ITed (25)$, donde: $ITA = 120$ puntos. Esta escala ajustada por Pérez-Carreras *et al.* (1995-2015) y creada por el Colectivo de Autores IES-CITMA (1987, 1990), permite evaluar aproximadamente los diferentes grados de modificación del sitio silvestre por factores abióticos y aplicar los diferentes métodos de RE.

IVF 6. (IRF) Índice de Respuesta Funcional (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

El IRF indica la capacidad de respuesta o resistencia que tiene la formación vegetal como

parte del ecosistema, tanto boscoso, arbustivo, herbáceo o mixto, para enfrentar las tensiones bióticas, con las cuales interactúa en los sitios degradados. Permite obtener valores cuantitativos y se requiere inventariar las especies dominantes funcionales que permanecen en los relictos y son las responsables, por su abundancia-dominancia, de más del 75 % del funcionamiento del sitio silvestre modificado.

Se valoran para determinar los niveles de funcionamiento del ecosistema diferentes parámetros de las especies seleccionadas, entre ellos, Longitud foliar (Lf), Esclerofilia de las hojas (Esc), Estructura-Altura de la formación vegetal (EA), presencia de Esteras Radicales (ER), distancia entre los individuos dentro de la comunidad (DIC) e Incrementos Diamétricos de las Especies (IDE). En el IRF todas las categorías poseen el mismo valor funcional y se llega a una ponderación en una escala desde 1-120 puntos (20 puntos c/u). La ecuación se representa $IRF = Esc + Lf + ER + E-A + DIC + IDE$, donde: $IRF = 120$. Los valores hallados con uno o ambos índices, en sus principales componentes abióticos (ITA) y bióticos (IRF), se cuantifican y califican en una escala de 1 a 120 puntos, facilitando clasificar los ecosistemas en muy pocos tensionados (< 25 puntos), pocos tensionados (26-40 puntos), medianamente tensionados (41-60 puntos), fuertes (61-75 puntos) y muy fuertemente tensionados (> 76 puntos). Esta escala ajustada por Pérez-Carreras *et al.* (1995-2015) fue creada por el Colectivo de Autores IES-CITMA (1987, 1990) y permite evaluar aproximadamente los diferentes grados de modificación del territorio y aplicar los métodos de la Restauración Ecológica en los sitios seleccionados degradados.

IVF 7. Propagación sexual o gamética de los individuos (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

Se valoran los siguientes elementos funcionales: a) potencialidades de las especies que permanecen como individuos aislados, o como relictos de poblaciones en los sitios silvestres dañados y también las que serán seleccionadas para ser plantadas en esas áreas, a fin de conformar los bancos de semillas y posteriormente de plántulas, además del valor genético de los taxones que quedan y a introducir por los planes de ma-

nejos forestales; b) tipos de flores (completas o incompletas) de los individuos que permanecen o se introducirán en el área modificada y de sus frutos (secos o carnosos), tamaños y sus pesos; c) características de las semillas de las especies que permanecen en el sitio afectado y de las que serán plantadas, número de cotiledones), cantidades de las mismas por frutos, porcentajes de viabilidad, tamaños y cantidades calculadas por especies y sus pesos en kilogramo; d) valor de uso de la propagación sexual (gamética o por semillas) de las especies existentes en el sitio y de las que serán introducidas para el restablecimiento ecológico y justificar económicamente la recuperación forestal (Sablón, 1984, Álvarez Brito, Castillo y Hechavarría, 2006).

IVF 8. Propagación vegetativa, asexual o agámica (se incluyen en las Estrategias A, B y C)

Se valoran los siguientes elementos funcionales: a) potencialidades de las especies que permanecen como individuos aislados o como relictos de poblaciones en los sitios silvestres dañados, y también las que serán seleccionadas para ser plantadas en esas áreas, para desarrollar la multiplicación vegetativa (agámica o asexual), además de considerar el valor genético de los taxones que quedan en dichos sitios y las que se introducirán durante el proceso de rehabilitación por los planes de manejos forestales; b) velocidades de desarrollo y tiempos mínimos de adaptación y supervivencia de las especies, que serán introducidas vegetativamente; c) valor de uso de la propagación vegetativa de las especies existentes en el sitio afectado y de las que serán introducidas para el restablecimiento del equilibrio dinámico del ecosistema y justificar económicamente su recuperación (Mercadet *et al.*, 1998 y Jiménez, 2011).

CONCLUSIONES

- Se analizan 8 IVF en esta primera parte del resultado científico, basados en las Estra-

tegias de los Grupos Funcionales de Especies, con diferentes hábitos biológicos, con énfasis en las arbóreas y algunas arbustivas leñosas de importancia ecológica y económica.

- En las estrategias se incluyen los diferentes grupos de especies con las habilidades: a) adaptativas o de supervivencia en el sitio silvestre degradado; b) reproductivas, multiplicativas, regenerativas y propagación; c) competitivas o de predominio poblacional, según etapas sucesionales del sitio impactado.
- Los grupos funcionales de especies participan del primer al cuarto nivel sucesional, con taxones: a) Pioneros (Exuberantes); b) Colonizadores (Oportunistas, Restauradoras, Reparadoras); c) Estabilizadores (Aus-teros, Resistentes, Eficientes); d) Rezagados (Retardados).
- Los IVF forman parte de la Metodología de Restauración Ecológica Terrestre para Cuba y se aplican indistintamente desde hace algunas décadas, utilizando métodos silvícolas efectivos y ya demostrados en Cuba, como la Forestería Análoga, la Ecotecnología de Reforestación Sucesional, la Regeneración Natural y Tradicional, entre otras, según requerimientos de cada sitio silvestre y sus diferentes objetivos ecológicos y socioeconómicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, O.P.A., Varona, J.C. 1988. *Silvicultura*. La Habana. Edit. Pueblo y Educación. 354 p.
- Álvarez Brito, A., Castillo, E., Hechavarría, O. 2006. *Especies Protegidas por la Ley Forestal de Cuba*. Instituto de Investigaciones Forestales.
- Álvarez Brito, A. 2009. *Reanálisis de los impactos del cambio climático sobre los bosques naturales del país y la vulnerabilidad de los mismos*. 4ta aprox.. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible. Habana. Cuba.
- Bisse, J. 1988. *Árboles de Cuba*. Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- Borhidi, A., Muñiz, O., Risco, E. del. 1979. *Clasificación fitocenológica de la vegetación de*

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Everardo de la Caridad Pérez Carreras

Doctor en Ciencias Biológicas, profesor e investigador titular, profesor consultante del Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias e investigador titular adjunto del Grupo ProAmbiente de la Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas Territorial (ENIA), es miembro del Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y colaborador como Especialista en Ecología del Paisaje y Restauración de Ecosistemas Terrestres en la Estación Agro-Forestal de Camagüey. Posee varias publicaciones sobre la temática, y ha desarrollado diferentes investigaciones relacionadas con las formaciones vegetales, flora y restauración de ecosistemas degradados en las provincias de Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas, en algunos de sus ecosistemas montañosos, segmentos costeros y cayos adyacentes. Autor y coautor de mapas de vegetación, flora y silvicultura a diferentes escalas. Ha desarrollado varios estudios sobre Diagnósticos Ambientales, Estudios de Impactos Ambientales, Licencias Ambientales y Planes de Manejos, entre otros. Ha participado en múltiples eventos científicos y talleres a diferentes instancias.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

- Organización y manejo de fincas forestales integrales.
- Agroforestería.
- Aprovechamiento de productos forestales madereros y no madereros.
- Propagación y manejo de bambú y ratán.
- Tratamientos silvícolas y manejo de bosques.
- Semillas forestales.
- Conservación física de la madera e industria del aserrado y carpintería.
- Propuesta de equipamiento y organización del flujo tecnológico.
- Conservación de especies en peligro de extinción.
- Determinación de manejo de frutos y semillas de especies forestales con especial énfasis en las especies amenazadas.
- Clasificación de fuentes semilleras sobre la base de su genética y la calidad de sus productos.