

ESTABLECIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL EN AREAS DEGRADADAS (PRINCIPIOS Y MÉTODOS)

José A. Rondón R. y Raúl Vidal*

RESUMEN

Se presentan los principios y métodos recomendados para el establecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas por efectos naturales y antrópicos.

Antes de la selección de especies, se sugiere intentar el desarrollo de la sucesión vegetal como forma inicial de revegetación en sitios perturbados y emplear la siembra y plantación como métodos secundarios.

Los métodos de estudio para la selección de especies en la restauración de áreas degradadas son: 1.- Los que se basan en el diagnóstico de campo, 2.- Los fundamentados en los atributos protectores de las plantas, 3.- Los que se basan en las características ecológicas de las especies, 4.- Los basados en la biología reproductiva.

El éxito de restaurar áreas degradadas con especies vegetales apropiadas dependerá de los recursos disponibles, de la metodología seleccionada para cada situación, de la disponibilidad de personal capacitado; así como de las condiciones sociales, políticas y culturales que son las más difíciles de resolver.

Palabras Clave: Recuperación de áreas degradadas, selección de especies, Bioingeniería.

* Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Departamento de Botánica-Herbario MER. Grupo de Investigación Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales, INDEFOR.
E-mail: armandor@ula.ve; rvidal@ula.ve.

VEGETATIVE COVBES ESTABLISHMENT IN DEGRADED AREAS (PRINCIPLES AND METHODS)

José A. Rondón R. y Raúl Vidal*

SUMMARY

Principles and recommended methods are presented for the establishment of the vegetation cover in degraded areas by natural and antropic effects.

Before the species selection, it is suggested to attempt the development of the plant succession as initial form of revegetation in perturbed sites and to use the sowing and plantation like secondary methods.

The study methods for the species selection in the restoration of degraded areas are: 1.- Those based on the field diagnosis, 2.- Those based in the plant protection attributes, 3.- Those based on the species ecological characteristics, 4.- Those based on the reproductive biology.

The success of restoring degraded areas with adapted plant species will depend of the available resources, of selected methodology for each situation, of qualified personnel's readiness; as well as of the social, political and cultural conditions that are the most difficult of solving.

Words key: degraded areas, species selection, Bioengineering.

* Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Departamento de Botánica-Herbario MER. Grupo de Investigación Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales, INDEFOR. E-mail: armandor@ula.ve; rvidal@ula.ve.

INTRODUCCIÓN

Entre las medidas para la recuperación de áreas degradadas que disponen los ingenieros forestales, además de las de tipo estructural y socioeconómicas, están las llamadas Biológicas-forestales o vegetativas, que tienen como objetivo fundamental el reestablecimiento de una capa vegetal en áreas donde la vegetación ha sido eliminada por efectos naturales o antropógenos.

También se incluyen las de Bioingeniería, cuando las Biológico-forestales se apoyan en algunas medidas de tipo estructural para la fijación o el anclaje.

Las áreas degradadas desde el punto de vista del relieve pueden encontrarse en zona de altas montañas, media montaña y zonas planas donde las pendientes pueden estar en el orden del cero por ciento.

En cualquiera de los casos, el origen de estas áreas se debe a causas naturales como el caso de los movimientos sísmicos, precipitaciones de larga duración y erupciones volcánicas, además de las originadas por efectos antrópicos como la deforestación, los incendios forestales, las actividades de minería, la agricultura en zonas de fuertes pendientes, aperturas de vías de comunicación (zona de préstamo) y el establecimiento de centros poblados en terrenos de fuertes pendientes (Morgan y Rickon, 1995).

Cualquiera que sea los orígenes que produzcan las áreas degradadas y se requiera afrontar su recuperación, estas deben hacerse con técnicas apropiadas que ofrezcan con el tiempo una alta eficiencia a costos razonablemente económicos. Aplicar estas técnicas de recuperación implica el conocimiento de los principios básicos que rigen la asociación vegetal y la biología reproductiva de las especies nativas, que permita ofrecer la mejor solución a cada caso y la evaluación periódica de los factores de eficiencia en la recuperación; así como, la seguridad y costos de recuperación en las etapas de post-restauración.

Según Guariguata (1999), uno de los paradigmas de la restauración de áreas degradadas es que tal práctica debe ser llevada a cabo de manera que se acelere el proceso de sucesión vegetal, a fin de recobrar sus atributos funcionales y estructurales previos a la perturbación, pero a la vez, minimizando el capital económico y humano.

Pessòn (1998), considera que las principales barreras que causan un retardo en la velocidad del proceso sucesional con respecto a condiciones de menos

perturbación son: física (poca agua, poca luz, compactación del suelo, fuego); y biológicas (falta de semillas dispersadas naturalmente, alta depredación de semillas que llegan al sitio, defoliación por insectos, total cobertura de pastos y malezas).

La biología reproductiva, según Ramírez (1997), es uno de los aspectos mas importantes a ser considerados en la selección de especies para programas de restauración de áreas degradadas. Estima, que la floración, la polinización, el sistema de reproducción y la dispersión afecta el éxito reproductivo; mientras que, la latencia y la germinación afectan el establecimiento de las plántulas en el ambiente donde crecen.

Junto a este concepto, Bawa (1983), menciona que la ecología reproductiva, en su más amplio sentido ofrece la oportunidad para la aplicación de la investigación básica a problemas prácticos para el manejo forestal.

Es muy importante tener en cuenta, que el éxito de establecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas, no es un proceso aislado, sino que depende de una apropiada selección de especies vegetales y las condiciones del suelo, como la distribución del tamaño de las partículas, la buena capacidad de retención del agua, la tasa de filtración, la densidad del suelo, la disponibilidad de los elementos minerales; el pH y la capacidad de intercambio catiónico.

Con el presente trabajo se pretende ofrecer los criterios y métodos que conllevan a una selección apropiada de especies vegetales, fundamentado en el conocimiento de los atributos ecológicos y reproductivos que aportan a las especies una alta posibilidad de éxito en las áreas degradadas.

RECOMENDACIONES Y PRINCIPIOS GENERALES DE LA RECUPERACION DE AREAS DEGRADADAS.

- Guaritagua (1999), estima que para comenzar a restaurar, es necesario tener conocimiento del sistema que se va a manipular, ya sea por recopilación de información previa o desarrollando investigación directa. Entre los principios se mencionan:
 - Información acerca de los suelos y florística
 - Biología reproductiva de las especies vegetales, en especial la tolerancia a la sombra, los medios de dispersión y los tipos de agente dispersante.

- Principales patrones de sucesión, de manera que se pueda identificar el número de especies pioneras las cuales son útiles para poblar áreas abiertas debido a su rápido crecimiento y proveen un microclima favorable para el establecimiento de otras especies.
- Conocer la dinámica de la fauna, en especial la avifauna.
- La identificación de las barreras que detienen la sucesión, como la acción del ganado, control de incendios forestales, etc....

OBJETIVOS DE LA SELECCIÓN DE LAS ESPECIES CON FINES DE RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS.

El objetivo general es hacer ó formular las recomendaciones para la selección de especies, las técnicas de repoblación vegetal y el manejo post- restauración.

Se estima que en términos ecológicos, la forma más apropiada para lograr los objetivos básicos de la restauración es el establecimiento de una cubierta vegetal protectora compuesta de plantas autóctonas, interactivas y adaptadas, para que finalmente se desarrolle una comunidad sucesora uniforme con el ecosistema de sus alrededores.

Entre los objetivos específicos que pretende la restauración vegetativa de áreas degradadas son:

- Evaluar la capacidad de regeneración natural de la vegetación para ocupar áreas degradadas y observar la sucesión en diferentes localidades.
- Estudiar las diferentes fases de fenología de las especies nativas con mayor potencial de uso.
- Sugerir técnicas experimentales para seleccionar las especies mejor adaptadas para la repoblación de áreas degradadas.

SELECCIÓN DE ESPECIES

Antes de intentar cualquier acción de selección de especies, se recomienda estudiar e intentar usar la sucesión vegetal como forma inicial o primaria de revegetación en sitios perturbados y emplear la implantación (siembra y transplante) únicamente como métodos secundarios.

Junto a esto, la sucesión secundaria debe fomentarse y mejorarla mediante la aplicación de enmiendas o materiales que se incorporen al suelo para mejorar sus características químicas y físicas, como materia orgánica que mejora la aireación, la capacidad de retención de agua y nivel de nutrimentos; piedra caliza, cal y otros químicos para ajustar el pH y, fertilizantes para incrementar la disponibilidad de nutrientes esenciales.

Así mismo, se deberá observar la sucesión natural sobre áreas naturales y superficies perturbadas como medio para identificar formas de vida y especies nativas adaptadas a condiciones locales.

De estas especies deben colectarse, estudiarse y propagarse en el vivero y otras instalaciones, sus semillas y otros medios de propagación como rizomas y estolones.

La investigación básica sobre el crecimiento y la reproducción de la mayoría de las especies y forma de vida, como el caso de las herbáceas, arbustivas y arbóreas, deben realizarse en paralelo al programa inmediato de producción de propágulos para la siembra ó el trasplante.

Esta va determinar la razón del fracaso ó éxito del establecimiento de las especies en sitios perturbados.

Brown et al. (1993), recomiendan que primero se establezca una cobertura estabilizadora del terreno usando una diversidad de especies herbáceas nativas o naturalizadas. En suelos arenosos, sugiere el uso de especies herbáceas de macolla, mientras que en suelos mas pesados (arcillosos), especies con rizomas. Una vez establecida la cubierta del terreno, una variedad de especies leñosas con tasa diferente de crecimiento y tamaño deben introducirse.

Las especies mejor adaptadas en zonas restauradas son las nativas que se han desarrollado “in situ”. Estas plantas, a pesar de las perturbaciones periódicas del suelo, han evolucionado bajo el clima local y son capaces de completar el ciclo de vida y mantener sus poblaciones. También, estas especies están adaptadas a la fauna herbívora y las características patogénicas de la región. En contraparte, las especies exóticas no están favorecidas por las condiciones locales del clima, patógenos o animales herbívoros. Si estas especies, por naturaleza agresivas, se les da mucha ventaja en un principio, es posible que dominen el área de tal manera que se impida el establecimiento de otras especies, lo cual redundaría en el desarrollo de una comunidad natural diversa.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES

De manera general, la vegetación seleccionada debe cumplir con ciertos atributos que permitan la protección de las vertientes de los procesos erosivos, a través de la fijación del suelo, aumento de la evapotranspiración e incrementar la retención y retardación del flujo superficial. Para esto, es necesario que la cubierta vegetal posea características morfológicas y ecofisiológicas como:

- Follaje grande y fuerte
- Propagación sencilla y rápida
- Sistema radicular profundo
- Rápido crecimiento
- Resistencia contra la sedimentación
- Preferiblemente especies autóctonas
- Especies rusticas (pioneras, invasoras), poco exigentes a la calidad de sitio
- Que requieran mínimas labores de mantenimiento, como riego, aplicación de fertilizantes, limpieza, podas. etc.
- Resistencia a las plagas y enfermedades
- Resistencia al fuego y recuperación rápida después de los incendios
- Que sean poco palatable (apetecidas por el ganado)
- En algunos casos de acuerdo a las circunstancias, que ofrezcan alguna utilidad a las comunidades.

Por su parte, Mataix (1999), considera que las condiciones que presenta el área degradada condicionan las características que deben presentar las especies vegetales seleccionadas para cumplir determinadas funciones. Este autor agrupa los criterios de selección en los siguientes aspectos:

A. CRITERIO BIOTECNICOS

- Control de erosión superficial: para su recubrimiento y protección se deben usar plantas leñosas y herbáceas que tengan raíces fibrosas superficiales, muy extendidas para que formen una cubierta continua.
- Prevención de movimientos en masa: las plantas deben cumplir funciones de anclaje y reforzamiento, para lo cual deben tener sistema radicular

profundo y fuerte. Las especies arbustivas y arbóreas tienen tallos fuertes y alta relación biomasa- sistema radicular, además sirven para prevenir procesos de inestabilidad superficial y movimientos en masa.

B. CRITERIOS AMBIENTALES

- Bioclima: deben realizarse en los niveles regional y local.
- Características del sustrato: la textura y densidad van a determinar las posibilidades de enraizamiento y la capacidad de almacenamiento de agua.
- Fertilidad del suelo: según la disponibilidad de macro y micro-nutrientes se estudia la posibilidad del uso de plantas fijadoras de nitrógeno
- pH: influye en el grado de fitotoxicidad y el grado de asimilabilidad de determinados nutrientes.
- Características topográficas: si la zona se ubica en sitios planos, montañosos, etc.

C. CRITERIOS FITOSOCIOLOGICOS

Se refiere al estudio que debe hacerse de la sucesión vegetal para decidir qué especies se van a utilizar, en qué proporción, y especificar las características del espacio tratado que asegure la permanencia de las plantas, sobre las que recaen las funciones de estabilización, y protección de las áreas degradadas.

Grime (1989), considera cuatro tipos de plantas en función de la estrategia básica de respuesta y adaptación a intensidades variables del estrés ambiental (disponibilidad de agua, luz, nutrientes, etc.) y el grado de perturbación debido a los agentes externos (actividades humanas, herbívoros, agentes patógenos, erosión, fuego, etc.).

- Especies pioneras: son las primeras en establecerse y forman una comunidad herbácea dominada por gramíneas de carácter sucesoral. Crecen rápidamente y tienen una alta tasa de reproducción; siendo además competitivas en condiciones ambientales muy favorables.
- Plantas competidoras: explotan condiciones de bajo estrés ambiental y bajo nivel de perturbación, pero donde muchas especies compiten por los recursos disponibles

- Plantas tolerantes al estrés ambiental: explotan condiciones de alto estrés, pero bajo nivel de perturbación
- Plantas ruderales: toleran un alto grado de perturbación, pero no condicionan de estrés ambiental.

En cuanto a las estrategias de propagación de las plantas, este factor determina la capacidad de cubierta vegetal para auto-repararse después de algún daño.

Las plantas con medios de propagación vegetativa, como estolones, rizomas o brotes de raíz, son medios más vigorosos y rápidos en la colonización de nuevas zonas que las que se propagan por semillas.

MÉTODOS DE ESTUDIO PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES EN LA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS.

Los métodos de estudio para la restauración de áreas degradadas dependen de los objetivos que se tengan para lograr la recuperación con técnicas apropiadas que ofrezcan con el tiempo una alta eficiencia a costos razonablemente económicos.

Para aplicar estas técnicas es necesario tener conocimientos de cada situación que permita ofrecer la mejor opción a cada caso, su evaluación de los factores de eficiencia de la recuperación, seguridad y costos. Entre los métodos de estudio se tienen:

- Los que se basan en el diagnóstico preliminar de campo.
- Los fundamentados en los atributos protectores de las plantas
- Lo que se basan en las características ecológicas de las especies
- Los basados en la biología reproductiva de las plantas.

MÉTODO BASADO EN EL DIAGNOSTICO DE CAMPO

Es el método primario de evaluación que consiste en realizar visitas específicas a los sitios degradados seleccionados. Las técnicas usadas incluyen:

- Identificación preliminar de especies de plantas colonizadoras en sitios perturbados y de la vegetación nativa de los alrededores.
- Determinación de las características de los sistemas radicales y las formas de propagación de las especies.
- Identificación ó diagnóstico preliminar de las características del suelo, el paisaje y las propiedades hidrológicas.
- Obtención de documentación adicional de las condiciones del sitio mediante el uso de fotografías y video.

La información que aporta este método no es de ninguna manera un inventario completo, más bien debe servir como guía de la variedad de plantas colonizadoras disponibles en las áreas degradadas.

MÉTODO BASADO EN LOS ATRIBUTOS PROTECTORES DE LAS PLANTAS.

Se fundamenta en la cuantificación de los atributos de protección hidrológica de las plantas dentro de una cuenca hidrográfica; así como el papel que juegan con respecto al comportamiento hidrológico de la misma (concentración de la lluvia, infiltración, etc.)

El método fue aplicado por el M.A.C. (1974), en la cuenca “MACHIRI”, Estado Táchira, y consistió en ponderar siete atributos de la vegetación como el porte (arbusto: 2-5 m; árbol pequeño: 5-12 m; hierba: 0-2 m.), cobertura de la copa (densa: mayor de 5m de diámetro; mediana : de 2-5 m de diámetro; escasa: menos de 2 m de diámetro; escasa: menos de 2 m de diámetro), semillas (abundantes: mayor de 10 semillas por fruto; pocas: de 0-10 semillas por fruto.), tipo de reproducción (semillas y estacas; semillas solamente; estacas solamente) sistema radicular (profundo: mayor de 90 cm. de profundidad; mediano: de 90-50 cm. de profundidad) crecimiento superficial : menor de 50 cm de profundidad (rápido, mediano, lento) y la abundancia: (alta: muy abundante; mediana: regularmente abundante; baja: escasamente abundante)

A cada característica se le asignó un valor en la escala de 3, 2 y 1, salvo en las semillas que se ponderaron con valores 2 y 1. El valor más importante corresponde al máximo de la escala, es decir 3 y el de menor valor protector se le asignó 1. El máximo valor que acumula una especie son 20 puntos. Luego, las especies fueron tabuladas según su índice de importancia a partir del grado de protección.

METODOS BASADOS EN LAS CARACTERISTICAS ECOFISIOLOGICAS DE LAS ESPECIES

Este método se basa en la evaluación de los parámetros ecológicos tradicionales como la abundancia, el crecimiento, la longevidad, perennifolia, caducifolia, y la exigencia de la luz; así como también, se incorporan la regeneración natural, la susceptibilidad a los parásitos, depredación de semillas y los mecanismos eco fisiológicos como la fijación de nitrógeno atmosférico, la presencia de micorrizas y los mecanismos fotosintéticos de las plantas C4.

METODO BASADO EN LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA

Ramírez (1997), propone un método que se fundamenta en la biología reproductiva de las especies; para lo cual evalúa los atributos de 16 caracteres ecológicos que permiten seleccionar las especies mas apropiadas.

Cada uno de los caracteres tabulados se le asigna valores de cero (0), uno (1) y dos (2), dependiendo de su importancia en promover la reproducción. Aquellas especies que acumulan los 2/3 o 65% del total de la puntuación máxima son seleccionadas para experimentar en la recuperación de áreas degradadas.

En cuanto al área de estudio y aplicación del método, propone la selección al menos de tres localidades en un área geográfica común, adyacente a las áreas degradadas y que incluyan áreas naturales en estados sucesionales intermedios.

Los aspectos más resaltantes de este método se resumen a continuación:

1. CENSO FLORÍSTICO Y UBICUIDAD DE LAS ESPECIES

Se realizan colecciones botánicas a lo largo de uno o más años; luego se herborizan y se identifican. Esta información permite estimar la ubicuidad de las especies; es decir, si están en un número igual a $n-1$ de comunidades, son consideradas ubicuas.

De esta información, las especies poco frecuentes se excluyen para las siguientes evaluaciones.

Especies como epifitas y parásitas vasculares son excluidas.

Evaluación e interpretación: para la puntuación se considera el número de comunidades, la forma de vida y el número de comunidades donde pudieran ocurrir determinadas formas de vida.

Se asignan dos (2) puntos cuando las especies están presentes en los 2/3 de las comunidades, y en un (1) punto cuando están en la mitad.

2. CARACTERES ECOLOGICOS

- Abundancia: se recomienda el método de las parcelas. Las plantas se caracterizan en 3 categorías de acuerdo al parámetro de abundancia utilizado: 1.- frecuentes; 2.- poco frecuentes; 3.- infrecuentes.

Evaluación e interpretación: a las especies frecuentes en todas las áreas se les asigna el valor de dos (2) puntos y las frecuentes en la mitad de las áreas se le asigna un (1) punto.

Regeneración Natural: se hace por muestreo sistemático de parcelas variando según la forma de vida y porte de las plantas. Se establecen dos categorías: 1.- especies con regeneración evidente y 2.- especies sin regeneración aparente.

Evaluación e interpretación: especies con elevada abundancia de plántulas se le asigna dos (2) puntos.

Suceptibilidad a Parásitos: la presencia de parásitas (Loranthaceae) representa uno de los riesgos de sobre vivencia de las especies en estado adulto y subadulto.

Evaluación e interpretación: las especies no parasitadas se le asigna (2) puntos y las que presentan cierto grado de parasitismo no se le asigna puntuación.

Depredación por Semillas: se refiere a la depredación de semillas pre-dispersión por insectos. Frutos maduros son colocados en bolsas plásticas con orificios de 1mm, de manera que se evita la salida de insectos que emerjan los cuales deben ser revisados periódicamente para determinar la presencia o ausencia de depredadores.

Evaluación e interpretación: especies cuyas semillas no presentan depredación se le asigna el valor de dos (2) puntos; ya que la presencia de depredación pre-dispersión representa un evento crítico que reduce la reproducción. Las especies con depredadores no se les asignan puntuación.

3. CARÁCTER REPRODUCTIVO

- Fenología: consiste en determinar la presencia de las fenofases a nivel de la población de cada localidad, para la cual se cuantifican las fenofases reproductivas de flores, frutos inmaduros y frutos maduros en tres niveles de intensidad (bajo, media y alto) para cada uno de los especímenes. Según la intensidad de extensión de las fenofases se caracterizan en: estacionales: la floración y la producción de frutos maduros ocurre en 1-2 meses. semiestacionales: floración y producción de frutos maduro ocurre en 3-6 meses; aestacionales: la floración y la producción de frutos maduros ocurre en más de 6 meses.

Evaluación e interpretación: la frecuencia y extensión de los eventos reproductivos durante un ciclo anual de las plantas son considerados importantes en el contexto del éxito reproductivo de las especies.

A los períodos estacionales se le asignan dos (2) puntos; mientras que, a las especies con períodos semi-estacionales se le da (1) punto.

- Sexualidad: se refiere a aquellas condiciones sexuales de las plantas que facilitan la producción de frutos y semillas. Para determinarla se recolectan flores y yemas de 10 individuos por especies; a diferentes alturas de la planta y /o inflorescencia, y en el laboratorio se verifica la sexualidad a nivel de flor, individuo y población.

De acuerdo a la sexualidad las plantas se clasifican en: 1.- hermafroditas 2.- submonoicas (andromonoicas y ginomonoicas), 3.- monoicas y 4.- diocas.

Evaluación e interpretación: a las especies hermafroditas se le asigna el valor de dos (2) puntos, y a las especies monoicas se les da 1 punto.

- Sistema de Apareamiento: ó sistema de entrecruzamiento, para la cual se realiza utilizando un programa de cuatro pruebas controladas en plantas

hermafroditas, sub-monoicas y monoicas: 1.- Auto-gamia: se determina en flores no han sido manipuladas, pero aisladas de polinizadores 2.- Auto - Fertilización: en flores aisladas las cuales se auto-fertilizan manualmente y aisladas hasta la maduración de frutos 3.- Fertilización cruzada: las flores se emasculan previamente a la antesis ó liberación del polen. Cuando los estigmas están receptivos se polinizan con polen de otros individuos de la misma población. 4.- Agamospermia: se refiere a la formación de semillas sin fertilización y se detecta en flores emasculadas y aisladas de polinizadores.

Evaluación e interpretación: las especies autógamas (auto compatibles) se les asignan dos (2) puntos, a las agamospermas y auto compatibles se les da 1 punto.

- Variación Temporal en la maduración sexual: para las especies hermafroditas submonoicas y monoicas se establece la presencia de dicogamia y adicogamia. Esto es, establecer la sincronización de apertura o no de los estambres y partes femeninas, realizando observaciones cada dos horas desde la antesis hasta completar el ciclo vital de la flor e inflorescencia. De acuerdo a la sincronización se tiene: 1.- Adicogamas: cuando hay sincronización sexual; 2.- Protrándicas: cuando la apertura de las anteras ocurre previo a la receptividad estigmática y 3.- Protógina: cuando la receptividad estigmática es previa a la dehiscencia de las anteras.

Evaluación e interpretación: a las especies adicogamas se les asigna el valor de dos (2) puntos ya que presentan desarrollo simultáneo de estambres y estigma, lo cual incrementa la probabilidad de auto polinización. Las especies dicogamas se les asigna 1 punto.

Hercogamia: se refiere a la posición del estigma en relación a la posición de las anteras. Se establece en un mínimo de 10 flores por especie en 5 individuos de la población. Se toma también la orientación de las flores respecto al sustrato (erectas, péndulas u horizontales), la dehiscencia de las anteras (introrsa, extrorsa) y si son inclusas e exclusas.

Evaluación e interpretación: a las especies no hercógamas (autopolinizantes) se les asigna un valor de dos (2) puntos y las hercógamas (alógamas) se les da un punto

4. **BIOLOGÍA FLORAL:**

- Unidad de Polinización: las unidades pueden ser caracterizadas de acuerdo a la organización de las inflorescencias y el comportamiento de los polinizadores. Se determina si las unidades de polinización forman grupos densos, uniformes, en forma de seudantos y cuyas flores tienen una antesis sincrónica como en las Asteraceae. Los tipos de organización son: 1.-Colectivistas: polinizadores visitan muchas flores simultáneamente; 2.-Individual: las inflorescencias son laxas y visitadas por polinizadores, una flor por turno; 3.- intermedia: organización floral es densa y los polinizadores son de mayor tamaño y visitan flores individuales.
- Evaluación e Interpretación: 1.- Especies con inflorescencias como unidad de polinización se les asigna dos (2) puntos. 2.- especies con flor-inflorescencia (capítulos, ciatios, siconos) como unidad de polinización se les da un punto.
- Tipo Floral: consiste en determinar los tipos florales, los cuales reflejan una diversidad de formas con diferentes grados de especialización. Los tipos establecidos son: 1.- Inconspicua: flores pequeña de colores opacos no llamativas, 2.- Disco o tazón: presencia de órganos sexuales extendidos y centrales (Asteraceae), 3.- Campana: flores de corolas tubulares anchas, 4.- Cepillos: flores con la superficie externa ocupada con órganos sexuales, 5.- Garganta: flores zigomorfas con plataforma donde se posan los insectos, 6.- Bandera: flores papilionoides con órganos sexuales en la parte inferior 7.- Tubular. flores con tubos largos y angostos.
Evaluación e interpretación: las formas menos especializadas son los grupos de plantas cuyos procesos reproductivos se alcanzan a través de mecanismos sencillos, no complejos ni muy elaborados.

A las especies con tipos florales inconspicuos y tipo cepillo se les asignan dos (2) puntos; mientras que, a las de tipo floral de disco o tazón se les asignan un punto.

- Color Floral: es considerado como uno de los caracteres involucrados en la escogencia de las flores por los polinizadores, Los colores blancos y de tonos cremosos-verdosos son fácilmente reconocidos por una amplia variedad de insectos ó están asociados a la polinización abiótica. Los

variados tonos amarillos, verdes, marrones y pardos están asociados a una polinización generalista, poco especializada o abiótica.

Evaluación e interpretación: 1.- Especies con flores blancas y tonos cremosos- verdosos se les asigna dos (2) puntos y 2.- Especies con flores de tonos amarillos se les da un (1) punto.

- **Recompensa Floral:** se refiere a la cantidad y calidad de néctar y polen que las flores ofrecen a los polinizadores. Especies productoras de néctar o aceites, o a la combinación de néctar y polen, probablemente reciben abundantes visitas, comparadas con especies que sólo ofrecen polen como recompensa. Se determina en 10 flores marcadas por individuos en condiciones naturales y se establece la presencia de néctar, polen y aceites.

Evaluación e interpretación; 1. A las especies con producción de néctar, aceites o, con néctar y polen en combinación se les asigna dos (2) puntos 2.- A las especies con polen y sin recompensa se les da un (1) punto.

- **Polinización:** se determina el sistema o agente de polinización en período de 5 a 15 minutos por especies y con una frecuencia de 5 veces al día. El criterio principal es determinar el mecanismo o polinización abiótica o la biótica combinada con abejas pequeñas y las avispas y/o dípteros.

Evaluación e interpretación: se establecen 9 categorías: 1. Anemofilia (vientos) 2.- Cantorofilia (escarabajos), 3.- Miofilia (Dípteros) 4.- Melitofilia (abejas), 5.- Avispas 6.- Psicofilia (mariposas diurnas). 7.- Falenofilia (mariposas nocturnas), 8.- Ornitofilia (aves), 9.- Quiropterofilia (murciélagos).

La puntuación es la siguiente: 1.- A las especies con polinización abiótica se les asignan dos puntos (2); 2.- Especies con polinización biótica combinada se les dan dos (2) puntos; 3.- Polinización por abejas medianas u otro sistema combinado, se le da 1 punto.

- **Carácter de la Visita Recibida:** se refiere al número y diversidad de taxa que intervienen en el proceso de polinización. Se clasifica en:

1.- Monofítico: cuando la especie es polinizada por una especie, un género o diferentes géneros de una misma familia, 2.- Oligofílico: cuando la especie es polinizada por especies de más de una familia de un mismo orden, siendo estas emparentadas, 3.- Polifílico. Cuando la polinización la realizan especies de más de un orden o de un mismo orden.

Evaluación e interpretación: la diversidad de agentes visitantes asociadas a las plantas incrementa la posibilidad de recibir al menos algunos de sus polinizadores o algún sustituto en condiciones diferentes a las originales. Se asigna la siguiente puntuación. 1.- Especies polifílicas dos (2) puntos y 2.- especies oligofílicas un punto.

- Ubicuidad de los Polinizadores: se refiere a la presencia de polinizadores en el mayor de número de comunidades evaluadas. Puede ser: 1. especies con polinizadores ubicuos: que están presentes en más de dos comunidades y 2.- especies con polinizadores no ubicuos: cuando hay presencia en una de las comunidades.

Evaluación e interpretación: Las especies con polinizadores ubicuos se les asigna dos (2) puntos.

- Predictibilidad de Agentes Polinizadores: si las especies de plantas tienen una alta tasa de visita, entonces sus polinizadores son altamente predecibles. Lo contrario también es válido, si las visitas son reducidas y esporádicas, los agente polinizadores son poco predecibles.

Evaluación e interpretación: la frecuencia con la cual una especie recibe la visita de los polinizadores es considerado como un parámetro determinante en la eficiencia reproductiva. Puede ser: 1.-Especies con polinizadores predecibles por arriba del promedio, se le asigna dos (2) puntos 2.- Especies con polinizadores promedio-predecibles, con valores cercano al promedio de visitas, un punto.

- Producción de Frutos y Semillas: el número de flores y frutos por inflorescencia es determinado por contaje directo en 50 a 100 inflorescencias de un mínimo de 10 individuos por especie; en la antesis y en la maduración de frutos. El nivel de producción de frutos se determina por la proporción de flores femeninas y/o bisexuales por inflorescencias que producen frutos maduros. Dos niveles se

recomiendan: 1.- Bajo: número de semillas por frutos menos de 20 y 2.- alto, número de semillas por fruto superior a 20.

Evaluación e interpretación: 1.- especies con un porcentaje de frutos producidos superior al 50% y con una hasta muchas semillas se asignan dos puntos 2.- Especies con bajo nivel de producción de fruto (20- 50%) y con un número de semillas por fruto superior a 20 unidades se asigna a 1 punto.

- Dispersión de Semillas: es la forma como las plantas diseminan sus semillas, la cual puede ser: 1.- Anemocoria, cuando la dispersión es realizada por el viento, 2.- Epizoocoria, cuando las semillas de las especies presentan estructuras para la adhesión, 3.- Granivocoria, se refiere a aquellas semillas sin adaptación evidente y pueden ser dispersadas por las aves, 4.- Mirmecoria, son las dispersadas por hormigas, 5. Ornitocoria, las semillas son dispersadas por aves frugívoras, y 6.- Mamalocoria, cuando son dispersadas por mamíferos.

Evaluación e interpretación: 1.- Anemocoria se le asignan dos (2) puntos y Epizoocoria, granivocoria o cualquier otro síndrome diplocoro se le asigna un punto.

CONCLUSIONES

La restauración de áreas degradadas con el empleo de técnicas de Bioingeniería, es un proceso, no un estado ó condición, ya que se requiere de conocimientos, tiempo, paciencia y dedicación.

Uno de los puntos críticos del proceso de restauración, es la disponibilidad de personal entrenado, ya que es difícil de desarrollar un grupo de expertos con suficientes recursos, autonomía y autoridad para implementar y evaluar proyectos de restauración.

El adiestramiento de personal en técnicas y principios de restauración, así como en la planificación y desarrollo de proyectos, pueden realizarse por

medio de seminarios, talleres, cursos de actualización, visitas de campo con especialista y conferencistas con experto en la materia.

El éxito de restaurar áreas degradadas con especies vegetales dependerá de los recursos disponibles, de la metodología apropiada para cada situación, así como de las condiciones sociales, políticas y culturales que son más difíciles de resolver.

Cualquier proyecto de restauración que incluya desarrollo social y la participación de las comunidades, probablemente será más exitoso a largo plazo.

Las evaluaciones periódicas de erosión y drenaje, junto con evaluaciones de supervivencia y crecimiento de la vegetación, son esenciales particularmente en los dos primeros años del proceso de restauración. De la vegetación debe cuantificarse anualmente la cobertura vegetal, la diversidad y riqueza de especies, la fitomasa, y la densidad vegetal. Del medio se cuantificará la erosión superficial del suelo y la calidad del agua.

BIBLIOGRAFIA

1. Bawa, K.S. 1983. **Patterns of Flowering in Tropical Plants**. En: Handbook of Experimental pollination biology (C.E. Jones y J. Little, eds.), pp.394-410. Van. Nostrand, New York.
2. Brown, R; Foster, R; Gross, E.; Liegel, L. 1993. **Restauración de Ecosistemas Perturbados por la Pequeña Minería en la Región de Guayana de Venezuela**. Corporación Venezolana de Guayana / USDA Forest Service Restoration Advisory Team. 36 p.
3. Grime, J. P. 1989. **Estrategias de Adaptación de las Plantas y los Procesos que Controlan la Vegetación**. México (México): editorial Limusa.291 p.
4. Guariguata, M. 1999. **Bases Ecológicas Generales para el Seguimiento de Proyectos de Restauración de Bosques**. En: restauración ecológica y reforestación: Bogota. (Eugenia Ponce de León, ed.), pp. 83-95.Fundación Alejandro Escobar, Bogotá.
5. Mataix, C. 1999. **Selección de Especies Vegetales y Técnicas de Implantación**. En: Manual de estabilización y revegetación de taludes: Madrid. (López, J., ed.)pp. 595-633. Madrid.
6. Ministerio de Agricultura y Cría. 1974. **Proyecto de Manejo de la Cuenca “La Machiri”, Estado Táchira**. Vol. 1. DRNR oficina de manejo hidrológico –forestal de cuencas.
7. Morgan, R. P.; R.. Rickon 1995. **Slope Stabilization and Erosion Control E & Spon** London. 274
8. Pesson, P. 1998. **Ecología Forestal Edic**. Mundi-Prensa, Madrid .393 p.
9. Ramírez, N. 1997. **Biología Reproductiva y Selección de Especies Nativas para la Recuperación de Áreas Degradadas; Método y Significado**. Acta Bot. Venez. 20(1): 43-66.