

ESTUDIO BASICO DE RESTAURACION VEGETAL EN AREAS DE SUBPARAMO DEGRADADAS DE LA VEREDA MONQUENTIVA – GUATAVITA¹

Palabras claves: Restauración vegetal, Subpáramo, Municipio de Guatavita, Vereda de Monquentiva, Colombia

*William Ricardo Díaz Santamaría²
Carlos Eduardo Torres Torres²*

INTRODUCCION

Los Páramos son los ecosistemas más afectados por las actividades antrópicas, ocasionando pérdidas en biodiversidad, fertilidad en el suelo, problemas erosivos severos y sobre todo, disminución notable en la regulación hídrica.

Los proyectos de restauración ecológica surgen de la necesidad de devolver las funciones y la estructura de su condición nativa a los ecosistemas degradados; dichos proyectos hasta ahora se están iniciando encontrándose experiencias en ecosistemas de alta montaña y en ecosistemas de zona cálida. En los páramos, han sido mínimos, lográndose establecer proyectos de restauración en zonas degradadas de uso minero.

Debido a la escasez de trabajos realizados en esta área del conocimiento, es importante la realización de estudios que pretendan incentivar la recuperación del ecosistema. Mediante el presente proyecto se pretenden formular bases teórico - prácticas para la restauración ecológica en áreas de subpáramo degradadas de la

Vereda Monquentiva en el Municipio de Guatavita, contribuyendo al estudio de las especies vegetales de dicho ecosistema, como generadoras y recuperadoras del ambiente.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Establecer bases teórico prácticas para la restauración vegetal en áreas de Subpáramo degradadas en la Vereda Monquentiva - Guatavita.

1.2 Objetivos Especificos

- Zonificar el área de estudio de acuerdo a diferencias fisiográficas significativas.
- Establecer áreas que presenten diferentes estados de sucesión vegetal, dentro de cada unidad fisiográfica.
- Caracterizar ecológicamente los diferentes estados sucesionales.
- Determinar diferencias y/o similitudes en la vegetación de cada estado sucesional.
- Caracterizar los suelos de la zona de estudio mediante el análisis de las propiedades físicas: textura, pH y profundidad efectiva.
- Incentivar la recuperación vegetal mediante la incorporación de regeneración natural

¹ Resumen del trabajo de tesis para optar el título de Ingenieros Forestales, dirigido por el Ingeniero Forestal Ricardo Linares, Profesor Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Ingenieros Forestales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

de especies de un estado sucesional mayor a uno menor.

- Analizar la adaptación de las especies empleadas como restauradoras.
- Evaluar la factibilidad del empleo de la regeneración natural como fuente de material vegetal para restaurar un área determinada.

2. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

El presente estudio de restauración vegetal se realizó en la Cuenca del Pantano de Martus, ubicado en la Vereda Monquentiva, Municipio de Guatavita. Ella se localiza en una subzona de subpáramo y como tal tiene vegetación de páramo - frailejonal y pajonal y arbustiva de subpáramo. La cuenca posee 2219.2 ha, de las cuales 370 ha corresponden al área del Pantano de Martus, 699.9 ha a la cobertura rastrojo, 217.3 ha a zona boscosa y 932 ha a cobertura herbácea. Las alturas sobre el nivel del mar varían entre los 2900 y los 3400 metros. La precipitación media es de 2000 mm. Se había destinado la zona al empleo de pastos manejados y pastos naturales, además de la práctica de cultivos de pancoger, antes de ser adquiridos los predios por la CAR.

3. HIPOTESIS

Mediante prácticas de trasplante a áreas degradadas por usos agropecuarios, pertenecientes al ecosistema subpáramo, puede inducirse la restauración ecológica en la zona, y potencializarse la recuperación natural de ella, siempre y cuando haya estudios sucesionales que identifiquen las diferentes especies nativas y su función dentro del complejo del ecosistema.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterización Ecológica de la Vegetación

4.1.1 Obtención de los Datos

- Delimitación de los estados sucesionales:* Se elaboró un mapa preliminar de tres estados sucesionales de la vegetación de la zona de estudio (Bosque primario poco o nada intervenido, rastrojo y herbáceo), consultando fuentes de información secundaria como documentos bibliográficos, fotografías aéreas, planos cartográficos y referencias de los pobladores de la zona.
- Elaboración de cartografía:* Con base en cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:1000 (Planchas 228IIA1, 228IIA2, 228IIA3 y 228IIA4) se produjo un mapa digital en el Sistema de Información Geográfica ARCVIEW 3,0, que sirvió para la elaboración del mapa de pendientes y cobertura.
- Zonificación de Unidades Fisiográficas:* Se dividió la zona de estudio en Unidades fisiográficas con diferencias ambientales claras. Los criterios de zonificación fueron los siguientes:
 - *Pendiente:* Se delimitaron tres rangos de pendiente debido a la gran variación que presenta el terreno en este aspecto.

Pendiente baja	Menor de 15 %
Pendiente media	Entre el 15 y el 35 %
Pendiente alta	Mayor del 35%
 - *Altitud:* Se emplearon dos rangos de altitud : Mayores de 3200 m.s.n.m. y menores de 3200 m.s.n.m.
 - *Zona de pantano:* Debido a las características particulares de este ecosistema se consideró conveniente estudiar las vegetativas por separado.

- d) *Determinación de las áreas a muestrear*: Se elaboró un mapa en el que se combinaron las diferentes unidades fisiográficas con los distintos estados sucesionales. Dentro de las zonas resultantes, se ubicaron en diseño estratificado - aleatorio - restringido, las parcelas objeto de medición.
- e) *Muestreo de la Vegetación*: Dentro de los objetivos del estudio estaba la identificación de las especies que caracterizaban los diferentes estados sucesionales, estableciendo cuáles son las de mayor importancia ecológica. Por ende, fue necesario determinar un área mínima representativa para cada estado sucesional, empleando la metodología planteada por Lamprecht y Matteuci (1982) basada en la curva *área vs número de especies*. Se emplearon tres tipos de parcelas a saber:
- Parcelas de 10 x 10m: para la identificación de fustales
 - Parcelas de 5 x 5m: para la identificación de latizales
 - Parcelas de 2 x 2m: para la identificación de brinzales
- f) *Muestreo de suelos*: Se tomaron muestras de suelo en el sitio de cada levantamiento con el fin de analizar diferencias en características como profundidad efectiva, textura, pH y nivel freático, a través de las fases sucesionales y unidades fisiográficas.

4.1.2 Análisis de los Datos

Los parámetros empleados para analizar los datos de vegetación fueron los siguientes:

- Índice de Valor de Importancia
- Índice de Valor de Importancia Ampliado
- Coeficiente de Sorenson
- Índice de Jaccard
- Pruebas de X^2 para establecer *Asociación entre especies*
- Coeficiente de correlación «r»

4.2 Ensayos de Enriquecimiento

4.2.1 Determinación de las Especies a Emplear

Mediante el análisis de los resultados de los muestreos de vegetación, se seleccionaron las especies representativas y que caracterizaban ecológicamente cada estado sucesional, destacándose 19 especies con las que se efectuaron los ensayos de enriquecimiento:

- Seis especies procedentes de la cobertura vegetal boscosa.
- Cinco especies procedentes de la cobertura vegetal tipo rastrojo.
- Cinco especies procedentes de la cobertura vegetal herbácea.
- Tres especies procedentes del ecosistema pantanoso.

4.2.2 Metodología Empleada

Se denominaron ensayos de enriquecimiento porque se quería mediante ellos, implantar individuos procedentes de un estado sucesional superior a una zona degradada, incentivando la recuperación vegetal de esa área. Los ensayos se realizaron aplicando la metodología de bloqueo de la regeneración natural, considerando los siguientes aspectos:

- Se procuró emplear individuos que no sobrepasaran los 30 cm de altura.
- Se emplearon individuos sanos, libres de enfermedades y de ataques de agentes fitopatógenos.
- La extracción del material vegetal se realizó técnicamente, conformando un bloque bien estructurado, en forma de cono, protegiendo las raíces de la plántula, mediante un pan de tierra de un tamaño acorde con la altura de ésta y de la especie vegetal considerada.

- Se plantó al comienzo de la época de lluvias (Finales del mes de Abril).
- Se evitó al máximo la incidencia directa de los rayos del sol durante el trasplante y cuando esto fue inevitable, teniendo en cuenta la reacción de la planta, se eliminaron algunas hojas (dejando 2 o 3) para evitar la excesiva transpiración.
- Se utilizó una distancia de plantación de un (1) metro, para todas las coberturas vegetales.
- No se emplearon fertilizantes químicos. La fertilización se realizó mediante el aporte de desechos vegetales obtenidos del sitio de extracción del material vegetal.
- Se empleó el diseño de bloques al azar para la distribución de las plántulas dentro de las parcelas. Dentro de cada bloque se utilizaron dos individuos por especie y se efectuaron diez repeticiones.

4.2.3. Análisis de los Datos

Los parámetros objeto de evaluación en los ensayos de enriquecimiento lo constituyen:

- Supervivencia de los individuos de las diferentes especies
- Incremento en altura de las plantas por especie.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterización General de los Inventarios

5.1.1 Descripción General de los Inventarios

En el periodo comprendido entre los meses de Febrero - Abril de 2001, se realizaron 112 inventarios de las distintas categorías de cobertura vegetal establecidas, con el propósito de identificar las especies que caracterizaban ecológicamente cada área y que de acuerdo a su

funcionalidad dentro del ecosistema, podrían ser empleadas para efectos del restablecimiento de la zona de estudio.

Tipo de cobertura Vegetal	No. de Inventarios realizados
Bosque Primario poco o nada Intervenido	33
Rastrojo	31
Herbáceo	33
Ecosistema Pantanoso	15
TOTAL	112

5.1.2 Importancia Ecológica

- Importancia Ecológica ampliada

La Importancia Ecológica se estableció para destacar las especies más sobresalientes y que caracterizaban las diferentes coberturas vegetales. Se realizó teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Para la cobertura vegetal «Bosque primario poco o nada intervenido», se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), teniendo en cuenta aquellos individuos con un DAP mayor o igual a diez (10) cm, y una altura mayor de tres (3) metros.
- Para la cobertura vegetal «Rastrojo», la estimación de la importancia ecológica se realizó teniendo en cuenta aquellos individuos que superaban una altura de 1.5 metros, y se consideraron la sumatoria de los ítems Frecuencia relativa y Abundancia relativa.
- Para la cobertura «Herbácea», la estimación de la importancia ecológica se realizó para los individuos que superaban los 30 cm de altura, y al igual que la cobertura anterior, se efectuó mediante la sumatoria de los ítems Frecuencia relativa y Abundancia relativa.
- Para el ecosistema pantanoso, la estimación de la Importancia ecológica se efectuó para todos los individuos (Brinzales y Latizales) y se tuvo

en cuenta la sumatoria de los ítems Frecuencia relativa y Abundancia relativa.

Para obtener una visión más amplia a cerca de las características ecológicas de las diferentes coberturas vegetales, se estableció la importancia ecológica ampliada. Se utilizaron los siguientes criterios:

- Para la cobertura Boscosa: Para esta cobertura vegetal, el cálculo de la Importancia Ecológica ampliada se realizó al efectuar la sumatoria entre los ítems siguientes: Dominancia relativa, Abundancia relativa y Frecuencia relativa de Fustales (Individuos mayores de tres metros y diez centímetros de diámetro), anexando Frecuencia y Abundancia de Brinzales y Latizales.
- Para la cobertura Rastrojo: La estimación de la importancia ecológica ampliada se efectuó al realizar la sumatoria de los ítems Frecuencia y Abundancia Relativa teniendo en cuenta los individuos que superaran los 1.5 metros de altura. A esta sumatoria se le agregaron los ítems de Frecuencia y Abundancia relativa en aquellas especies que tuvieran individuos menores a dicha altura (Correspondientes a Brinzales y Latizales).
- Para la cobertura Herbácea: La estimación de la importancia ecológica ampliada se realizó mediante la sumatoria de los ítems siguientes: Abundancia relativa y Frecuencia relativa de los individuos que tuvieran una altura superior a 30 cm o en su defecto individuos adultos (cuando no se alcanzó esa altura), adicionando Abundancia relativa y Frecuencia relativa de los brinzales de esas mismas especies.
- Para el ecosistema pantanoso no se realizó este cálculo.
- Las principales especies que caracterizaron las diferentes coberturas vegetales, según la Importancia Ecológica fueron:

- a) Cobertura Vegetal Bosque Primario Poco o Nada Intervenido: Gaque (*Clusia multiflora*), Picante (*Drymis granadensis*), *Geissanthus sp*, Granizo (*Hedyosmum bonplandianum*), Cedrillo (*Phyllanthus salviaefolius*), Palma boba (*Trichipteris frígida*), Encenillo chillón (*Weinmannia sp*), Encenillo (trifoliolado - *Weinmannia sp*), Encenillo (*Weinmannia sp*), y Tuno (*Miconia sp*).
- b) Cobertura Vegetal Rastrojo: Pinito de páramo (*Aragoa sp*), Saltón (*Bucquetia glutinosa*), Uva de anís (*Cavendishia cordifolia*), Picante (*Drymis granadensis*), Tagua (*Gaiadendron tagua*), *Pernettya sp*, Romero (*Senecio pulchellus*), Siete cueros nazareno (*Tibouchina urvilleana*), *Vaccinium sp*, y Encenillo acacia (*Weinmannia tomentosa*).
- c) Cobertura Vegetal Herbácea: Pinito de páramo (*Aragoa sp*), *Arcyctophyllum sp*, Frailejón Plateado (*Espeletia argentea*), Frailejón Motoso (*Espeletia grandiflora*), *Gaultheria sp*, Guardarocío (*Hypericum juniperinum*), *Lachemilla sp*, Quichuda (*Paepallanthus sp*), *Pernettya sp*, y Helecho (*Pteridium aquilinum*). En esta cobertura dominan hierbas, pero aparecen también arbustos y arbolitos.
- d) Ecosistema Pantanoso: La especie que posee una mayor importancia ecológica en el ecosistema pantanoso es *Taraxacum sp*. Las especies que poseen importancia ecológica media son: Colchón de pobre (*Polypodium sp*), *Lachemilla sp*, Helecho (*Pteridium aquilinum*), *Vaccinium sp*, Quichuda (*Paepallanthus sp*), Cortadera (*Cyperus sp*) y Guardarocío (*Hypericum juniperinum*).

5.1.3 Cálculo de similitud entre categorías

Por medio del Coeficiente de Sorenson, se efectuó el cálculo de similitud entre las diferentes categorías establecidas según el tipo de cobertura vegetal, se encontró que:

- Para la cobertura boscosa: La mayor similitud se presenta entre las categorías de pendiente alta y pendiente media bajo los 3200 msnm. La disimilitud se presentó entre las categorías de pendiente media y pendiente baja por debajo de los 3200 msnm.
- Para la cobertura rastrojo: No se encontró diferencia considerable entre las categorías, en general presentan una similitud media.
- Para la cobertura herbácea: En general todas las categorías poseen una similitud media, exceptuando la relación entre las categorías de pendiente baja en las altitudes mayor y menor de 3200 msnm.

5.1.4 Relaciones ambientales

Suelos: Los suelos de la zona de estudio tienen profundidades desde 14 cm hasta más de 120 cm, siendo estos últimos los de la zona de pantano, el cual aunque ha sido sometido a labores de drenaje, presentó niveles freáticos entre 0 y 52 cm en el total de muestras tomadas, mientras que en el resto de la cuenca solo en dos casos se observó nivel freático en los primeros 120 cm.

pH: El p.H. presenta poca variación dentro del área de estudio alcanzando valores entre 4 (muy ácido) y 6 (ácido). Presenta correlaciones con confiabilidad del .99 *Aragoa sp*, *Vaccinium sp*, *Pernettya sp*, palma boba (*Trichipteris frigida*) y cortadera (*Cyperus sp*).

Textura: Las texturas encontradas fueron las siguientes: Franco arcillo-arenoso, Arcilloso, Limo-arcilloso, Franco, Franco-arenoso, Franco-arcilloso y Franco-limoso

5.2 Ensayos de Enriquecimiento

La caracterización ecológica de las diferentes coberturas vegetales, estableció las principales es-

pecies en cada una de ellas, considerándolas claves para la restauración en áreas degradadas.

El proceso de selección de las especies para realizar los ensayos de enriquecimiento consistió básicamente en la identificación de cuáles de ellas caracterizaban una determinada cobertura vegetal y el reconocimiento del potencial de regeneración natural de ellas, para lo cual se emplearon los criterios de Importancia Ecológica e Importancia Ecológica Ampliada.

Una vez establecidas las especies con las cuales se realizarían los ensayos, se ubicaron los lugares donde se obtendría la regeneración natural y los sitios de plantación (los cuales deberían tener características edafológicas similares para tener puntos comparativos con iguales características y asegurar así los buenos resultados del proyecto).

Se realizaron cuatro parcelas demostrativas con las siguientes características:

- Parcela Demostrativa No 1: Se buscaba evaluar en ella la adaptabilidad de especies para enriquecer una cobertura herbácea. Se emplearon las especies: Saltón (*Bucquetia glutinosa*), Tagua (*Gaiadendron tagua*), Romero (*Senecio pulchellus*), Sietecueros (*Tibouchina urvilleana*), y Encenillo (*Weinmannia tomentosa*).
- Parcela Demostrativa No 2: Se realizó para evaluar la adaptabilidad de especies originarias de la cobertura boscosa en un área degradada y de cobertura rastrojo. Se emplearon las especies: Gaque (*Clusia multiflora*), Picante (*Drymis granadensis*), Geissanthus *sp*, Tuno (*Miconia sp*), Encenillo (*Weinmannia sp*), y Granizo (*Hedyosmum bonplandianum*).
- Parcela Demostrativa No 3: Se realizó para evaluar la adaptabilidad de especies originarias de la cobertura herbácea en un área degradada y de cobertura dominada por pastos.

Las especies empleadas fueron: *Pernettya sp*, *Vaccinium sp*, Frailejón plateado (*Espeletia argentea*), Frailejón motoso (*Espeletia grandiflora*), y *Gaultheria sp*.

d) Parcela Demostrativa No 4: Realizada para evaluar la adaptabilidad de especies del ecosistema pantanoso; en áreas degradadas de este mismo. Se emplearon las especies: Quichuda (*Paepallanthus sp*), Guardarocío (*Hypericum juniperinum*), y Pinito de páramo (*Aragoa sp*).

Las especies que tuvieron un excelente comportamiento frente al bloqueo y que por lo tanto pueden ser empleadas en proyectos de restauración vegetal, empleando la técnica de manejo de regeneración natural fueron las siguientes:

- Provenientes de la parcela No 1: Romero (*Senecio pulchellus*) y Tagua (*Gaiadendron tagua*).
- Provenientes de la parcela No 2: Gaque (*Clusia multiflora*), y *Geissanthus sp*.
- Provenientes de la parcela No 3: *Pernettya sp*, *Vaccinium sp*, Frailejón plateado (*Espeletia argentea*), Frailejón motoso (*Espeletia grandiflora*), y *Gaultheria sp*,
- Provenientes de la parcela No 4: Quichuda (*Paepallanthus sp*), Guardarocío (*Hypericum juniperinum*), y Pinito de páramo (*Aragoa sp*).

6. CONCLUSIONES

- La Restauración Vegetal de un área degradada, debe partir de la identificación de las principales especies que caracterizan ecológicamente las coberturas vegetales presentes en la zona, para que con ellas se puedan efectuar las diferentes revegetalizaciones en las proporciones y relaciones específicas, que promuevan la recuperación adecuada según las particularidades de la zona.

- La zonificación realizada para el presente estudio, en el que se efectuó una diferenciación por cobertura vegetal, tipo de pendiente y altitud, arroja resultados confiables para la realización de proyectos de Restauración Vegetal en esta zona, o en áreas con características climáticas y edafológicas similares.
- Para restaurar una zona degradada, conviene llevar a cabo una preparación adecuada del terreno, realizando limpiezas en los sitios de plantación, que producirán efectos positivos al disminuir la competencia entre las plántulas que se introducen y enriquecerán la zona, y las plantas existentes y que dominan el área.
- Es de relevante importancia que la zona degradada a restaurar y los lugares de obtención del material vegetal, posean características climáticas y edafológicas similares, para asegurar buenos resultados de los trasplantes, y la recuperación adecuada de la zona.

7. RECOMENDACIONES

- El presente estudio se realizó empleando plántulas de regeneración natural de 19 especies de alta importancia ecológica para la zona, sin embargo, deberían realizarse ensayos similares para las especies de mediana y baja importancia ecológica, para así ayudar a la conservación de la especie, perpetuándola; además de propiciar la recuperación vegetal de una zona degradada, empleando todas las características ecológicas de áreas vegetales en buen estado.
- La restauración vegetal en áreas degradadas de subpáramo debe ser prioridad en proyectos de conservación de entidades gubernamentales, y mediante el presente estudio, se ofrece viabilidad para el empleo de regeneración natural como fuente de material vegetal para dichos proyectos; sin embargo, no debe ser el único

mecanismo de obtención de plántulas, debe complementarse con la propagación de éstas en vivero, empleando técnicas de reproducción por semilla, producción vegetativa y producción in vitro.

- Para asegurar una recuperación de una zona degradada, se deben contemplar además de obras que impliquen la adecuación y posterior siembra de plántulas en un correcto orden sucesional, la realización de obras mecánicas, para disminuir notablemente los efectos de los procesos erosivos.
- Es de vital importancia en proyectos de Restauración Vegetal, realizar una ordenación adecuada de la zona a recuperar, identificando zonas de diferente pendiente, altitud, hume-

dad, radiación solar, características edafológicas, presencia de corrientes hídricas y cobertura vegetal existente, con el objetivo de realizar plantaciones y obras mecánicas acordes con dichas características, garantizando la viabilidad del proyecto.

- Conviene realizar estudios más detallados sobre crecimiento, durante un tiempo prudencial de las especies que en el presente estudio poseen alta y mediana importancia ecológica, para así poder deducir tiempos de restauración en un área específica.
- Las labores que se lleven a cabo en la zona deben contar preferiblemente con la participación de la comunidad presente en zonas aledañas a la cuenca.