

# REPRODUCCIÓN Y ADAPTACIÓN EN VIVERO DE ALGUNAS ESPECIES REPRESENTATIVAS EN LAS ÁREAS RURALES DEL DISTRITO CAPITAL DE LA REGIÓN DE SUMAPAZ<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Especies de páramo y bosque altoandino, adaptación ex situ, reproducción sexual y vegetativa.

**Key words:** Páramo and forest upper andian species, adaptation ex situ, sexual and vegetative reproduction.

*Deisy Aydeé Velandia Quintero<sup>2</sup>*

*Amarfi Fajardo Gómez<sup>3</sup>*

## RESUMEN

Este estudio analiza el comportamiento de algunas especies de páramo y bosque altoandino y establece los principales factores limitantes para su reproducción y adaptación ex situ, con el fin de proponer una guía sobre aspectos generales de propagación vegetal, suministrando valiosa información para la formulación de planes de manejo tendientes a la recuperación de áreas degradadas. Se trabajó tres tipos de material vegetal: estacas, semillas y plántulas.

En reproducción vegetativa, se instalaron 39 ensayos con 36 especies de 23 géneros y 17 familias; se evaluó la capacidad de brotación, producción de raíces y supervivencia utilizando diferentes diámetros, sustratos y concentración de enraizadores, obteniendo resultados positivos para 18 especies. En reproducción sexual se establecieron 43 ensayos con 41 especies de 30 géneros y 19 familias; se evaluó el potencial germinativo, crecimiento y supervivencia utilizando diferentes sustratos, esscarificaciones y concentraciones de giberelinas, obteniendo resultados positivos para 26 especies.

En adaptación ex situ de plántulas, se establecieron 1.589 individuos de 202 especies, 138 géneros y 68 familias. Se determinó la capacidad de adaptación

para todo el material vegetal y en particular para 21 especies, evaluando la supervivencia, estado sanitario, físico y color, obteniendo resultados positivos para el 78.6% del ensayo.

## ABSTRACT

This study searched to analyze the behavior of some páramo and forest upper andian species and to establish the main restrictive factors for its reproduction and adaptation ex situ, with the purpose of proposing a guide about general aspects of vegetable propagation, giving valuable information for the formulation of plans of management destined for the recovery of degraded areas. It was worked three types of vegetable material: sticks, seeds and plants.

In vegetative reproduction, it was installed 39 experiments with 36 species of 23 gender and 17 families; it was evaluated the sprout capacity, production of roots and survival using different diameters, sustrates and generator of roots concentration, obtaining positive results for 18 species. In sexual reproduction, it was installed 43 experimets with 41 species of 30 gender and 19 families; it was evaluated the germinative potential, growth and survival using different sustrates, esscarifications and giberelines concentrations, obtaining positive results for 26 species.

<sup>1</sup> Investigación desarrollada en el marco del Convenio Interadministrativo entre la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el Jardín Botánico José Celestino Mutis, dirigido por Robert Leal Pulido y Favio López Botía.

<sup>2</sup> Ingeniera Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tel: 2244291. E-mail: deisynatural@starmedia.com

<sup>3</sup> Ingeniera Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tel: 3617983. E-mail: amarfi99@hotmail.com

In adaptation plants ex situ, it was installed 1.589 individuals of 202 species, 138 gender and 68 families. The capacity of adaptation was determined for every vegetable material and in particular for 21 species, evaluating the survival, sanitary state, physique and color, obtaining positive results for 78.6% of the experiment.

## INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, firmaron los convenios 026-2001 y 042-2002 para realizar el proyecto denominado “Caracterización fisonómica, estructural y florística de las unidades de vegetación presentes en las áreas rurales del Distrito Capital”, dentro del cual se formuló como objetivo específico la reproducción y adaptación de algunas especies de páramo y bosque altoandino como estrategia de conservación por medio del estudio de su comportamiento en ambientes diferentes.

Actualmente la problemática ambiental a la que está expuesta la Región de Sumapaz, principalmente por la colonización y expansión urbana, evidencia una preocupación por formular planes de manejo de éstas áreas naturales únicas. Dentro de éstos planes de manejo se encuentran acciones tendientes a la recuperación de zonas degradadas a través de la implementación de especies de alto valor ecológico, representativas de las coberturas vegetales aledañas y de fácil reproducción y adaptación. Sin embargo, los estudios sobre conservación y manejo de especies de páramo y bosque altoandino son escasos y generalmente se limitan a descripciones históricas, procedencia, características taxonómicas y fenológicas de las especies, pero dejan de lado la investigación sobre su comportamiento y dinámica, lo que ha limitado su utilización y función específica en éstos ecosistemas.

Esta investigación pretendió formular una guía general para la reproducción y adaptación de algunas especies de páramo y bosque altoandino, analizando su comportamiento en condiciones ex situ e identificando los principales factores que limitan éste proceso, como herramienta utilizable en la formulación de planes de manejo de zonas degradadas de alta montaña.

## OBJETIVOS

### *OBJETIVO GENERAL*

Generar información sobre reproducción y adaptación en vivero de algunas especies representativas en las áreas rurales del Distrito Capital de la Región de Sumapaz.

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Formular y evaluar métodos de reproducción sexual y asexual de algunas especies de páramo y bosque altoandino de la Región de Sumapaz.
- Generar material vegetal reproducido en vivero para el establecimiento del banco plantular, con fines de restauración.
- Adaptar a las condiciones ambientales del Jardín Botánico plántulas de algunas especies de páramo y bosque altoandino de la Región de Sumapaz.
- Determinar los principales factores limitantes en la adaptación y reproducción ex situ de especies de páramo y bosque altoandino.
- Formular una guía de aspectos generales sobre propagación y reproducción de material vegetal como herramienta para los planes de manejo de áreas de páramo y bosque altoandino degradadas.
- Contribuir al establecimiento de la réplica artificial de páramo en las instalaciones del Jardín Botánico con el material adaptado, como

mecanismo de educación ambiental para la población en general.

## GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Convenio interadministrativo entre la Universidad Distrital y el Jardín Botánico de Bogotá, se desarrolló en tres fases según el área de trabajo: Fase I en el año 2002, fase II en 2003 y fase III en 2004. (**Figura 1**).

La determinación del área de estudio se realizó a través de actualización de cartografía existente utilizando fotografías aéreas, imágenes de satélite y sistemas de información geográfica, generando las unidades de vegetación objeto de estudio. La **Figura 1** muestra la localización del área de estudio en la Región de Sumapaz, así como la espacialidad de las fases de trabajo. Esta investigación tuvo una duración de 2 años y medio.

La Región de Sumapaz limita al norte con el Distrito Capital, por el oriente con el Departamento del Meta, por el sur con el Departamento del Huila y por el occidente con el departamento del Tolima. La variabilidad altitudinal oscila entre los 2.600 m.s.n.m. en la confluencia del río Tabaco sobre el río Blanco y los 4.100 m.s.n.m. en las cuchillas los Charcos, la Rabona y Tembladera que limitan con el municipio de Pasca.

Se caracteriza por formas de montaña, que presentan diversos plegamientos y estructuras naturales, originadas principalmente por procesos de tectonismo y glaciario, originando paisajes de suave ondulación en algunos sectores, mientras en otros formaron valles de paredes muy inclinadas. El material parental de los suelos está constituido por lutitas, lutitas calcáreas, arcillas, areniscas y cenizas volcánicas. Aunque los suelos de texturas finas retienen buena cantidad de nutrientes y agua, su capacidad de aireación no es favorable para la

actividad agrícola convencional. El 1.7% de los suelos son del tipo VI, el 47.1% del tipo VII y el 51.2% del tipo VIII en la clasificación agrológica, lo que muestra que más del 90% de los suelos de la región tienen aptitud que debe ser dirigida a la protección de las fuentes de agua y conservación de la vegetación natural (IGAC, 1987; citado por Brochero, 1.995).

Están representadas regiones de vida del páramo y bosque andino y altoandino (Cuatrecasas, 1958; Rangel, 1995). De acuerdo con Rangel (2000), el páramo de Sumapaz en general se clasifica como un páramo semihúmedo.

Con respecto al uso del suelo, esta zona se ha caracterizado por una ocupación de tipo extensiva de ganadería; la actividad agrícola se concentra en los alrededores de La Unión y el Tunal Bajo, ya que por su menor altitud se dan con facilidad los cultivos de papa, haba y arveja. La actividad ganadera es de doble propósito, con ganado criollo o mestizo de Normando y muy poco de Holstein (Jardín Botánico, 2002).

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el estudio de reproducción y adaptación en vivero de algunas especies representativas en las áreas rurales del distrito capital, se desarrollo en las siguientes etapas; trabajo de oficina, trabajo de campo (recolección del material vegetal) y trabajo en el jardín Botánico (establecimiento del material vegetal).

### **TRABAJO DE CAMPO**

Se realizó la recolección del material vegetal, tanto semillas, estacas y plántulas dentro o cerca de las parcelas establecidas en las unidades determinadas para el muestreo de la vegetación natural, en

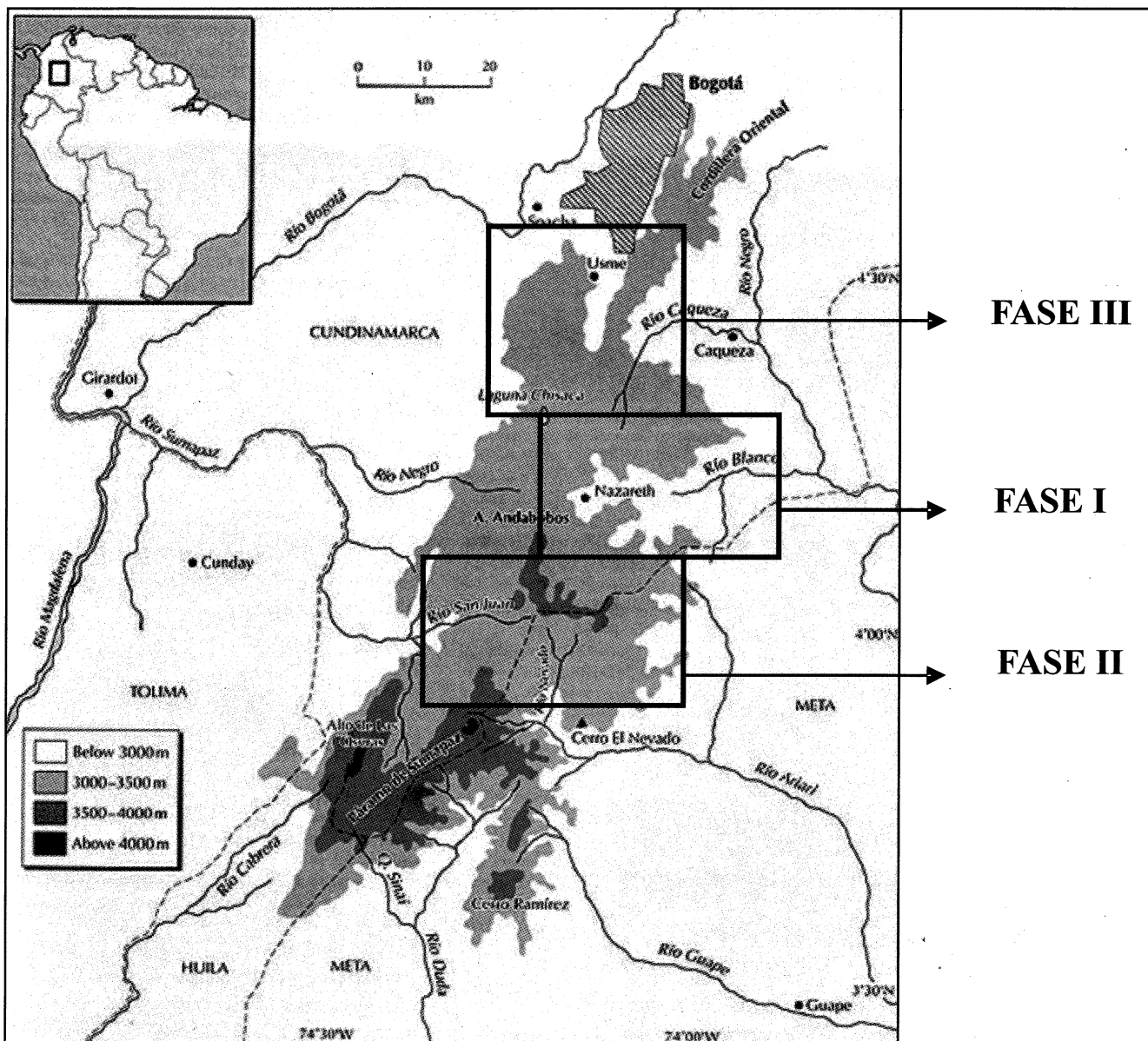


Figura 1. Localización del área de estudio en la Región de Sumapaz

veredas de las localidades de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar (Tabla 1). La cantidad y calidad de material recolectado estuvo condicionado por la disponibilidad y fenología así como por las condiciones ambientales presentes al momento de la recolección. En cada caso, se diligenciaron formularios de campo, con información sobre fecha y lugar de colección, altitud, nombre común,

científico y familia con su respectivo número de identificación, entre otros.

### **TRABAJO EN EL JARDÍN BOTÁNICO**

El Jardín Botánico José Celestino Mutis se ubica en el Nor-occidente de la Capital con una elevación sobre el nivel del mar de 2.552 m.

**Tabla 1.** Veredas visitadas por fase del proyecto.

FASE	LOCALIDAD	CORREGIMIENTO	VEREDAS
I	Sumapaz	Betania	Betania, El Raizal, Laguna Verde, Peñalisa
		Nazareth	Las Auras, Las Animas, Las Palmas, Los Ríos, Nazareth, Santa Rosa, Taquecitos
II	Sumapaz	San Juan	San Antonio, El Toldo, San Juan, Las Vegas, Santo Domingo, Chorreras, Capitolio, Unión, Lagunitas, Tunal Alto, Tunal Bajo, Concepción, Nueva Granada, San José
III	Usme		Chiguaza, Olarte, El Destino, Curubital, Arrayanes, El Hato, Los Andes, Las Margaritas, La Unión, Chisacá, Corinto, La Requilina, El Uval y Los Soches
	Ciudad Bolívar		Quiba Bajo, Quiba Alto, Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo, Corregimiento de Pasquilla, Pasquillita, Santa Bárbara, Las Mercedes y Santa Rosa

De acuerdo al tipo de material recolectado se llevó a cabo una metodología específica para el establecimiento, manejo, procesamiento y análisis de datos del material vegetal.

- **Preaccesión:** A la llegada del material a las instalaciones del Jardín Botánico se consignó en formularios, datos importantes como especie, familia, lugar de recolección, recolector, altitud, entre otros.
- **Preparación del material:** Para el material vegetativo se realizaron cortes con longitudes variables de acuerdo a cada especie, pero asegurando por lo menos tres nudos por estaca. En semillas, se llevó a cabo la extracción por medio de procesos de secado, trillado o macerado; la limpieza de la semilla a través de procesos de aventado, cribado o flotación; y el conteo o pesaje de la semilla; de acuerdo a las características morfológicas del fruto y la semilla, según la metodología propuesta por Montoya (1999) y Navarro (1997). En cuanto al material plantular la preparación consistió en el riego permanente manteniendo la humedad constante garantizando su supervivencia hasta el establecimiento.
- **Preparación del terreno:** El material vegetativo de la primera fase fue dispuesto en bandejas plásticas utilizando como sustrato turba y ubicadas en invernadero. Para la segunda y tercera fase se dispusieron sobre eras cubiertas con plástico utilizando como sustrato una capa

de tierra en la base y arena de río en la superficie, con el fin de mantener constante la temperatura y la humedad. Para la siembra de las semillas se utilizó tierra, turba y oasis como principales sustratos en bandejas plásticas ubicadas en un invernadero garantizando condiciones ambientales constantes. La adaptación de plántulas se realizó en eras de crecimiento utilizando una mezcla de tierra, cascarilla de arroz, compost en igual proporción como sustrato y protegidas con polisombra al 33%.

- **Establecimiento:** Para la siembra de las estacas se aplicó enraizadores en la base y sellantes en el ápice con 30° de inclinación. En semillas, según el tamaño, se utilizaron dos métodos de siembra: al voleo para semillas menores a 3mm y directa en filas para semillas mayores a 3 mm; las plántulas se sembraron directamente con el pan de tierra sobre el sustrato preparado.
- **Manejo:** consistió en un riego constante según las condiciones ambientales; fertilización semanal o quincenal según los requerimientos observados; y un control de plagas y enfermedades .
- **Seguimiento:** En todos los casos se diseñó formularios de seguimiento. Para las estacas se evaluó semanalmente el porcentaje de brotación, según el número de estacas rebrotadas, y al final del ensayo, la capacidad de enraizamiento por tratamiento y por especie. En semillas se evaluó semanalmente el porcentaje de germinación,

crecimiento y supervivencia por tratamiento y por especie. Para el material plantular se realizaron seguimientos mensuales durante cuatro meses, evaluando cualitativamente la supervivencia, estado sanitario, físico y color tanto del follaje como del tronco por cada individuo y por especie según la **Tabla 2**.

- Procesamiento y análisis de datos: Teniendo en cuenta que esta investigación hizo parte del proyecto de caracterización de las unidades de vegetación presentes en las áreas rurales del Distrito Capital, la recolección de material vegetal estuvo supeditada a las actividades de campo, por lo cual, su distribución en los diferentes tratamientos, estuvo limitada por la cantidad disponible. Cuando la cantidad de material lo permitió, para reproducción sexual y asexual, se establecieron tratamientos y diseños en bloques completos al azar con 3 repeticiones.

Se ensayaron tratamientos como: para estacas, diferentes concentraciones de enraizador, diámetros y sustratos y para semillas, métodos pregerminativos, concentraciones de giberelinas y sustratos; se analizó la efectividad de los tratamientos así como la capacidad potencial de reproducción de las especies ensayadas. En cuanto a material plantular, a través de un análisis de frecuencia, se evaluó el potencial de adaptación en general para todo el material y en particular para las especies con más de 20 individuos como muestra. El análisis de frecuencia se fundamentó en evaluar los datos cualitativos como datos cuantitativos y determinar porcentajes de frecuencia. Se estableció una escala de valores como lo muestra la **Tabla 3**. Esta escala es utilizada para valorar cada uno de los parámetros observados como también el estado general por especie.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### **REPRODUCCIÓN VEGETATIVA**

Para el estudio de reproducción vegetativa, se ensayaron 36 especies, pertenecientes a 23

géneros y 17 familias, sembradas en dos sustratos diferentes. En la **Tabla 4** se listan las especies estudiadas con los datos de campo.

De acuerdo a las observaciones realizadas y a las condiciones de manejo de las estacas, se puede reconocer que existen algunos factores limitantes, que deben tenerse en cuenta a la hora de propagar vegetativamente especies de páramo y bosque altoandino a condiciones ambientales distintas.

Dentro de los aspectos biológicos, no se puede pasar por alto el hecho de que una estacilla solo será capaz de emitir raíces y generar una plántula viable si las cualidades naturales de su especie se lo permiten (Montoya, 1999); es decir, si después del corte y siembra se da lugar a la formación de un callo traumático y su producción sea a partir del cambio en tallos leñosos o por células parenquimáticas, que pueden ser capaces de dividirse formando un nuevo meristemo secundario (Luttge, 1993).

Otro factor importante es la procedencia de las especies; las estacas para los ensayos efectuados, se recolectaron entre los 2.940 m.s.n.m. en coberturas de bosque alto cerrado hasta los 3.800 m.s.n.m. en coberturas de herbazales abiertos. Esta variabilidad altitudinal puede influir en la reproducción si se tiene en cuenta que el lugar de establecimiento se encuentra a 2.552 m.s.n.m.

Plantas muy jóvenes no proporcionan varetas o estacas con los suficientes tejidos desarrollados como para producir una nueva plántula, pues la reproducción vegetativa requiere ramas bien formadas de vigor medio, con yemas bien desarrolladas de mediana edad, bien lignificadas y con diámetros inferiores a 1 o 2 cm (Bonffelli y Sirtori, 1993); este último varía de acuerdo a la especie y crecimiento característico; de igual manera, varetas muy lignificadas con tejidos demasiado viejos suprimen la capacidad reproductiva de los individuos por la falta de yemas latentes eficaces.

**Tabla 2.** Protocolo para la evaluación cualitativa de plántulas en adaptación.

ESTADO GENERAL		V	Vivo	Vivo en mas de 50%	
		R	Rebrotando	Vivo entre 10 y 25% con visibles rebrotes	
M	Muerto	Sin posibilidades en mas de 90%			
ESTADO SANITARIO	FOLLAJE	B	Bueno	Follaje de color uniforme y sin muestras de ataque de alguna plaga, enfermedad o clorosis	
		R	Regular	Follaje con muestras incipientes de algún ataque de plagas, enfermedades o clorosis hasta 25%.	
		M	Malo	Follaje con muestras evidentes de ataques de alguna plaga, enfermedad o clorosis en mas del 25% y hasta 50%, o presencia de manchas café rajiadas	
		P	Pésimo	Follaje con un notorio ataque de plagas o enfermedades mayor al 50%, y presencia notoria de partes podridas.	
	TRONCO	B	Bueno	Tronco con apariencia normal, sólido y sin evidencias de ataque de alguna plaga o enfermedad	
		R	Regular	Tronco con rasgos incipientes de ataque de alguna plaga o enfermedad menor de 25%	
		M	Malo	Tronco con evidente ataque de alguna plaga o enfermedad y presencia incipiente de partes podridas o muertas entre 25-50%	
		P	Pésimo	Tronco con un notorio ataque de plagas o enfermedades mayor al 50%, y presencia notoria de partes podridas.	
ESTADO FISICO	FOLLAJE	HOJA	TS	Totalmente sano	Retención casi 100%
			S	Sano	Retiene 75%
			D	Debil	Retiene 50%
			MO	Moribundo	Retiene menos 25%
	FOLLAJE	APICE	TS	Totalmente sano	Crecimiento
			S	Sano	Redondo vivo
			D	Debil	Rebrotando con daño
			MO	Moribundo	Solo un mechón vivo
	TRONCO	B	Bueno	Tronco con apariencia normal, sólido y sin daño mecánico aparente	
		R	Regular	Tronco con daños mecánicos leves en la parte inferior o con presencia de cavidades incipientes	
		M	Malo	Tronco con marcados daños mecánicos en la parte inferior o media, o presencia moderada de cavidades	
		P	Pésimo	Tronco con severos daños mecánicos en la parte inferior y media, así como presencia de grandes huecos	
COLOR	FOLLAJE	V	Verde	Totalmente sano	
		VA	Verde Amarillo	Débil	
		N	Naranja	Decayente	
		R	Rajizo	Moribundo	
		O	Ocre	Muerto	
	TRONCO	V	Verde	Totalmente sano	
		VA	Verde Amarillo	Débil	
		N	Naranja	Decayente	
		R	Rajizo	Moribundo	
		O	Ocre	Muerto	

**Tabla 3.** Escala de valores para evaluación por especie.

CALIFICACIÓN	PORCENTAJE	EVALUACIÓN
Muy alta	90 - 100 %	Adaptación sin problemas.
Alta	75 - 90 %	Altas posibilidades de adaptación.
Media	50 - 75 %	Medias posibilidades de adaptación con cuidados especiales.
Baja	Menos de 50%.	Sin posibilidades de adaptación.

La localización en la copa a la hora de recolectar las estacas es muy importante, porque puede existir diferencias significativas entre varetas colectadas de la parte basal con respecto a varetas colectadas de la parte media o apical de la copa; su localización dentro del árbol determina la disponibilidad de luz y así mismo los procesos fisiológicos que allí se presentan (Barceló, *et al*, 1992).

Un importante factor que influye fisiológicamente en la reproducción vegetativa es la fase lunar y la época del año en que se realiza el corte, el cual depende de la programación de las actividades de campo; éste hecho se relaciona de manera directa con la dormición de las yemas afectadas por periodos de condiciones desfavorables para el crecimiento como: altas o bajas temperaturas, periodos de sequía o foto periodos no apropiados (Barceló, *et al*, 1992). Las condiciones ambientales de la Región de Sumapaz y el aspecto xeromorfo de su vegetación (Guhl, 1982), no son una limitante, pues las adaptaciones de las plantas a condiciones extremas de frío e insolación no evidencian una dormición en sus yemas; sin embargo, el periodo seco que se presenta en los meses de diciembre, enero y febrero, según el régimen monomodal predominante, podría constituirse como la época de dormición de estas especies, por lo que su recolección debería ser al comenzar la época de lluvias.

Los factores limitantes expuestos pudieron contribuir, en cierta medida, a que el 50% de las especies ensayadas no fueran aptas para este tipo de reproducción. Por otro lado, en el 50% de las especies estudiadas que presentaron resultados favorables, los porcentajes de brotación no superaron el 60%.

En la **Tabla 5** se lista la distribución de los ensayos indicando los tratamientos aplicados (1, 2 y 3) y la cantidad de estacas según la interacción con los bloques (A y B); los resultados obtenidos muestran los días de inicio y máxima brotación, así como el mayor porcentaje, la presencia de raíces y el

mejor tratamiento para las especies con resultados positivos.

De las 18 especies con resultados favorables, reportan mayor potencial reproductivo asexual: *Bocconia integrifolia* (100%), *Vallea stipularis* (93%), *Oreopanax mutissianum* (89%), *Viburnum tinoides* (58%) y *Maclania sp.* (52%).

La arena de río como sustrato (a diferencia de la turba), crea un medio adecuado para la infiltración y aireación de las estacas, permitiendo mejores resultados en la rizogénesis y manteniendo mejores porcentajes de supervivencia.

En general, los diámetros entre 1 y 2.5 cm son los más adecuados para la propagación vegetativa de las especies ensayadas, porque permiten un fácil manejo y garantizan la viabilidad de las estacas.

## REPRODUCCIÓN SEXUAL

La siembra de semillas resulta efectiva en la mayoría de especies vegetales, su fácil recolección, transporte y cantidad de individuos que se puede generar hace que la producción de material por este método sea el más empleado.

Los resultados que se presentan en los 43 ensayos realizados, corresponden a 41 especies de páramo y bosque altoandino de la Región de Sumapaz, distribuidas en 30 géneros y 19 familias. La **Tabla 6** muestra el listado de las especies estudiadas con la respectiva información de campo.

Del total de ensayos realizados, el 36% arrojó resultados negativos, correspondiente a 15 especies. Sin embargo, esto no indica que dichas especies no se propaguen sexualmente, porque, como sucede en *Gunnera sp.*, *Gaiadendron punctatum* y *Bocconia integrifolia*, ensayos realizados en las tres fases del proyecto presentan resultados opuestos, lo que sugiere, que tal vez su germinación está limitada por otros factores.



Tabla 4. Especies estudiadas en reproducción vegetativa

DATOS GENERALES			DATOS DE RECOLECCIÓN				
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FECHA	FASE	LUGAR (Vereda)	ALTITUD m.s.n.m	COBERTURA
Araliaceae	<i>Oreopanax bogotensis</i> Cuatrec.	Higuerón	24-Jun-03	II	Capitolio	3.350	Matorral bajo abierto de Ericaceas
	<i>Oreopanax mutisianum</i> Decne. & Planch.	Huguerillo	17-Abr-02	I	Las Ánimas	3.200	Herbazal abierto
	<i>Oreopanax mutisianum</i> Decne. & Planch.	Huguerillo	28-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Oreopanax</i> sp.	Higuerón	02-Jul-03	II	Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Schefflera bogotensis</i> Cuatrec.	Shefflera	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.	Amargoso	01-Abr-04	III	Pasquilla	3.200	Bosque alto abierto de escallonia
	<i>Baccharis</i> sp.	Chilco	30-Mar-04	III	Curubital	3.520	Frailejonal -Pajonal
	<i>Senecio</i> sp.	Arnica	28-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Stevia lucida</i> Lag.	Jarillo blanco	16-Abr-02	I	Las Ánimas	3.200	Herbazal abierto
Berberidaceae	<i>Berberis</i> sp.	Tachuelo	29-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
Caprifoliaceae	<i>Viburnum tinoides</i> Mutis ex H.B. & K.	Juco	30-Mar-04	III	Pasquilla	3.200	Bosque alto abierto de escallonia
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> sp.	Granizo	04-Jul-03	II	Granada	3.390	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
Clethraceae	<i>Clethra lanata</i> Mart & Galeotti	Manzano	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> H.B. & K.	Gaque	26-Jun-03	II	Andabobos	3.800	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
	<i>Clusia</i> sp.	Gaque	04-Jul-03	II	Granada	3.390	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiana</i> Kunth.	Encenillo	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Weinmannia microphylla</i> Ruiz y Pav.	Encenillo	02-Jul-03	II	Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Weinmannia</i> sp.1	Encenillo	02-Jul-03	II	Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Weinmannia</i> sp.2	Encenillo	30-Mar-04	III	Pasquilla	3.200	Bosque alto abierto de escallonia
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	San juanito	05-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	Uva camarona	27-Jun-03	II	El Capitolio	2.900	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Macleania</i> sp.1	Uvo	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Macleania</i> sp.2	Uvo	02-Jul-03	II	Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Macleania</i> sp.3	Uvo	01-Abr-04	III	Pasquilla	3.200	Bosque alto abierto de escallonia
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Pagoda o rodamor	03-Jul-03	II	Tunal Alto	3.340	Matorral alto cerrado de Ericaceas
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Pagoda- rodamor	30-Mar-04	III	Curubital	3.520	Frailejonal -Pajonal
Lauraceae	<i>Ocotea calophylla</i>	Laurel	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> G.Don.	Tagua	17-Abr-02	I	Las Ánimas	3.290	Herbazal abierto
	<i>Gaiadendron punctatum</i> G.Don.	Tagua	04-Abr-04	III	Chizaca	3.780	Frailejonal-Calamagrostis
Melastomataceae	<i>Bucquetia</i> sp.1	Salton	04-Jul-03	II	Granada	3.390	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
	<i>Bucquetia</i> sp.2	Salton	04-Jul-03	II	Granada	3.390	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
	<i>Miconia ferruginea</i> DC.	Tuno	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Miconia</i> sp.1	Tuno	27-Abr-02	I	Los Ríos	3.030	Bosque alto cerrado
	<i>Miconia</i> sp.2	Tuno	02-Jul-03	II	Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Miconia</i> sp.3	Tuno	04-Jul-03	II	Granada	3.390	Herbazal alto abierto de Calamagrostis
Myrsinaceae	<i>Tibouchina grossa</i> (L.f.) Cogn.	Siete cueros	17-Abr-02	I	Las Ánimas	3.290	Herbazal abierto
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Cucharó	04-Abr-04	III	Pasquilla	3.200	Bosque alto abierto de escallonia
Myrtaceae	<i>Myrtaceae</i> sp.	Arrayan	04-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i> Humb & Bonpl.	Trompeto	16-Abr-02	I	Las Ánimas	3.200	Herbazal abierto

Tabla 5. Distribución de los ensayos y resultados de reproducción vegetativa

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN DE LOS ENSAYOS										RESULTADOS					
		BLOQUES		TRATAMIENTOS			CANTIDAD DE ESTACAS					BROTACIÓN			PRESENCIA DE RAÍCES	MEJOR TRATAMIENTO	
		A	B	1	2	3	AT1	AT2	AT3	BT1	BT2	BT3	INICIO (Días)	MÁXIMO (Días)			z
Araliaceae	<i>Oreopanax bogotensis</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		31						0	0	0	NO	NO
	<i>Oreopanax mutisianum</i>	Estacas	Esquejes	< 1 cm	> 1 cm		28	12	16	28			29	43	89,3	SI	AT1
	<i>Oreopanax mutisianum</i>	Diám < 1 cm	Diám > 1 cm	Testigo	1000ppm	3000 ppm	9	9	9	7	6	7	29	36	71,4	NO	BT3
	<i>Oreopanax sp.</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	11	11	11				0	0	0	NO	NO
	<i>Schefflera bogotensis</i>	Diám. > 1,5 cm		Testigo	1000ppm	3000 ppm	2	4	4				0	0	0	NO	NO
Asteraceae	<i>Ageratina sp.</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		18	12					43	72	33,3	NO	AT2
	<i>Baccharis sp.</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		26	16					24	24	18,7	NO	AT2
	<i>Senecio sp.</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		18	9					29	29	44,4	NO	AT2
	<i>Stevia lucida</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		36	18					29	50	33,3	NO	AT1
Berberidaceae	<i>Berberis sp.</i>	Diám < 1 cm	Diám > 1 cm	Testigo	1000ppm	3000 ppm	10	10	10	10	10	10	36	36	33,3	NO	AT3
Caprifoliaceae	<i>Viburnum tinoides</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		17	25					24	72	70,6	SI	AT1
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum sp.</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	15	15	15				0	0	0	NO	NO
Clethraceae	<i>Clethra lanata</i>	Estacas		Testigo	1000ppm	3000 ppm	14	16	16				15	29	33,3	NO	AT3
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i>	Estacas			2 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm		11	11				0	0	0	NO	NO
	<i>Clusia sp.</i>	Estacas		< 1 cm	3 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	40	20	15				0	0	0	NO	NO
Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiana</i>	Diám. < 0,5 cm	Diam. > 0,5 cm	Testigo	1000ppm	3000 ppm	3	3	3	2	2	2	0	0	0	NO	NO
	<i>Weinmannia microphylla</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	15	10	8				0	0	0	NO	NO
	<i>Weinmannia sp.1</i>	Estacas		< 1 cm	2 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	26	15	7				0	0	0	NO	NO
	<i>Weinmannia sp.2</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		34	18					43	43	16,7	NO	AT2
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Estacas		< 0,5 cm	0,5 - 0,8 cm	> 0,8 cm	60	13	18				24	72	100	SI	AT3
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	> 1,5 cm	24	20	14				47	76	20	NO	AT3
	<i>Macleania sp.1</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		11	11					29	43	27,3	NO	AT1
	<i>Macleania sp.2</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	> 1,5 cm	16	15	16				42	62	50	NO	AT3
	<i>Macleania sp.3</i>	Estacas		> 1 cm			21						43	72	42,9	SI	AT1
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	> 1,5 cm	16	45	18				42	47	12,5	NO	AT3
	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		44	37					24	24	40,5	NO	AT2
Lauraceae	<i>Ocotea calophylla</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		12	8					0	0	0	NO	NO
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Estacas	Esquejes	< 1,5 cm	> 1,5 cm		6			9	9		0	0	0	NO	NO
	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		25	17					0	0	0	NO	NO
Melastomataceae	<i>Bucquetia sp.1</i>	Estacas		> 1 cm			16						47	62	12,5	NO	AT1
	<i>Bucquetia sp.2</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	39	25	14				0	0	0	NO	NO
	<i>Miconia ferruginea</i>	Estacas		Testigo	1000ppm	3000 ppm	4	4	4				0	0	0	NO	NO
	<i>Miconia sp.1</i>	Estacas		Testigo	1000 ppm	3000 ppm	3	4	4				0	0	0	NO	NO
	<i>Miconia sp.2</i>	Estacas		< 1 cm	1 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	31	19	10				0	0	0	NO	NO
	<i>Miconia sp.3</i>	Estacas		< 1 cm	2 - 1,5 cm	1,5 - 2,5 cm	25	25	25				0	0	0	NO	NO
	<i>Tibouchina grossa</i>	Diám. < 1 cm		Testigo	1000 ppm	3000 ppm	5	4	4				0	0	0	NO	NO
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Estacas		< 0,5 cm	0,8 - 0,5 cm	> 0,8 cm	8	14	18				0	0	0	NO	NO
Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp.</i>	Estacas		< 1 cm	> 1 cm		18	21					72	72	9,5	NO	AT2
Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i>	Estacas		< 1,5 cm	> 1,5 cm		14	10					29	43	100	NO	AT1

Existen factores que limitan la reproducción sexual de especies de páramo y bosque altoandino. La maduración del fruto evidencia la pronta viabilidad de sus semillas –en algunos casos- ya que existen frutos que así hayan cumplido su maduración fisiológica, la organoléptica no; es decir después de cortados de la planta no pueden madurar (frutos no climatéricos), ya que el proceso de respiración es perturbado y la expulsión de etileno no se produce, restringiendo la activación de carotenos y xantofilas (Azcon & Talón, 2000); este proceso se evidenció en la práctica con la especie *Gunnera sp.* con sus racimos de frutos en forma de piña; algunos se envolvieron en papel periódico y otros se sumergieron en agua. Después de un tiempo, se observó que los primeros se secaron y los otros se pudrieron, pero ninguno llegó a mostrar maduración organoléptica y al sembrar algunas semillas que se pudieron extraer en los dos casos no se evidenciaron resultados favorables.

Los factores fisiológicos tienen gran influencia en la reproducción por semilla, ya que de acuerdo a su madurez, su letargo y al tipo de semilla se pueden establecer los métodos pregerminativos adecuados para su propagación. Debe tenerse en cuenta que la germinación en especies de clima frío (Páramo y bosque altoandino), pueden estar influenciadas por inhibidores químicos que evitan el proceso de germinación y necesitan estar un tiempo prudencial, después de su desarrollo, en ambientes fríos para desnaturalizarlos y así comenzar el proceso de germinación (Montoya, 1999), este fenómeno es conocido también como descanso de la semilla y pudo influir de manera significativa en la germinación de ciertas especies en este ensayo.

Los factores técnicos como el sustrato, la humedad, los métodos de extracción y limpieza son fácilmente controlables en vivero y pueden sugerir diferentes tratamientos, sin embargo, éstos se ven limitados por la cantidad de semilla recolectada, que no siempre es la mínima necesaria para realizar los

tratamientos completos y determinar la verdadera capacidad que tiene una especie para propagarse sexualmente. Otros factores técnicos, como el tipo de almacenamiento y el tiempo que transcurre desde la recolección hasta la siembra, dependen de las programaciones de campo, el tipo de transporte y las distancias recorridas, que pueden alterar la calidad de la semilla y provocar pérdida de la viabilidad de algunas especies de frutos recalcitrantes que se evidencian en los resultados negativos de germinación.

En la **Tabla 7** se muestra la distribución de los ensayos, los tratamientos aplicados (1,2 y 3) por cada bloque (A y B) y los resultados obtenidos para reproducción sexual por especie; indicando los días de inicio, máxima germinación y porcentaje, así como el crecimiento en altura al final del ensayo y el mejor tratamiento.

De las 26 especies que registraron resultados positivos, los mayores porcentajes de germinación fueron para: *Clusia sp.* (100%), *Begonia cordata* (90%), *Befaria sp.* (90%), *Miconia ferruginea* (90%), *Miconia salicifolia* (90%), *Baccharis sp.* (85%), *Stevia lucida* (80%), *Orthosanthus chimborasensis* (80%), *Duranta sp.* (76%) y *Gaidendron punctatum* (71%).

De acuerdo a los resultados, sustratos como el oasis y la turba favorecen la germinación por almacenar alta humedad, pero el crecimiento y supervivencia de las plántulas es favorecido en una mezcla de tierra, cascarilla de arroz, compost y arena de río, ofreciendo los nutrientes y las condiciones necesarias para el desarrollo de la mayoría de las especies estudiadas.

### **ADAPTACIÓN DE PLÁNTULAS**

Se instalaron 1.589 plántulas de 202 especies, 138 géneros y 68 familias. La tabla 8, indica la cantidad de familias, géneros, especies e individuos establecidos en cada fase.

Tabla 6. Especies estudiadas en reproducción sexual.

DATOS GENERALES			DATOS DE RECOLECCIÓN				
FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FECHA	FASE	LUGAR (Vereda)	ALTITUD m.s.n.m	COBERTURA
Araliaceae	<i>Oreopanax mutisianum</i> Decne. & Planch.	Higuerillo	30-Abr-02	I	Placitas	3.280	Matorral alto cerrado
Asteraceae	<i>Ageratina sp. 1</i>	Amargoso	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.320	Matorral abierto intervenido
	<i>Ageratina sp. 2</i>	Amargoso	29-Mar-04	III	Chizaca	3.730	Frailejona- romeral
	<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H Rob.	Chilco	07-Abr-04	III	Yomasa Acueducto	3.170	Frailejona- romeral
	<i>Ageratina vacciniifolia</i> (Benth) R.M.King & H Rob.	Chilco	04-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
	<i>Baccharis sp.</i>	Pegamosco	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.300	Matorral abierto intervenido
	<i>Diplostegium phylloides</i> Wedd.	Romero	30-Mar-04	III	Curubital	3.520	Frailejona- Pajonal
	<i>Diplostegium sp. 1</i>	Romero	29-Mar-04	III	Chizaca	3.730	Frailejona- romeral
	<i>Diplostegium sp. 2</i>	Romero de paramo	07-Abr-04	III	Yomasa Acueducto	3.280	Frailejona- romeral
	<i>Espeletia sp.</i>	Frailejon	24-Mar-04	III	Chizaca	3.730	Frailejona- romeral
	<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.	Pegamosco	29-Mar-04	III	Margaritas	3.540	Frailejona- romeral
	<i>Senecio formosus</i> H.B. & K.	Arnica	16-Abr-04	I	Taquecito	3.800	Herbazal abierto
	<i>Senecio sp.</i>	Arnica	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.290	Matorral abierto intervenido
<i>Stevia lucida</i> Lag.	Jarilla blanca	16-Abr-02	I	Nazareth	2.630	Herbazal abierto	
Begoniaceae	<i>Begonia cornuta</i> L.B.Sm. & B.G. Shub.	Begonia	16-Jun-02	I	Las Palmas	2.940	Bosque alto
Berberidaceae	<i>Berberis sp.</i>	Tachuelo	30-Abr-02	I	Placitas	3.280	Matorral alto cerrado
Caprifoliaceae	<i>Viburnum tinoides</i> Mutis ex H.B. & K.	Juco	01-Abr-04	III	Pasquilla	2.880	Matorral bajo
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum crenatum</i> Oechioni	Granizo	27-Abr-02	I	Los rios	3.060	Bosque alto cerrado
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	Gague	29-Abr-02	I	Rincon de las animas	3.150	Matorral alto abierto.
Coriariaceae	<i>Coriaria thymifolia</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Barbasco, curtidera	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.330	Matorral abierto intervenido
Ericaceae	<i>Befaria sp. 1</i>	Carbonero	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.330	Matorral abierto intervenido
	<i>Befaria sp. 2</i>	Carbonero	30-Mar-04	III	Curubital	3.520	Frailejona- Pajonal
	<i>Ericaceae sp. 1</i>		02-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Pagoda- Rodamonte	30-Mar-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
Gunneraceae	<i>Gunnera sp. 1</i>	Mazorca de agua	16-Abr-02	I	Los rios	2.900	Herbazal abierto
	<i>Gunnera sp. 2</i>	Mazorca de agua	02-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
Iridaceae	<i>Orthosanthus chimborasensis</i> Steud.	Esterilla	30-Mar-04	III	Curubital	3.520	Frailejona- Pajonal
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> G. Don.	Tagua	04-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
	<i>Gaiadendron punctatum</i> G. Don.	Tagua	17-Abr-02	I	Santa Rosa	3.290	Matorral abierto intervenido
Melastomataceae	<i>Brachyotum sp.</i>		16-Abr-02	I	Santa Rosa	3.330	Herbazal abierto
	<i>Miconia ferruginea</i> DC.	Tuno	28-Abr-02	I	Los rios	3.060	Bosque alto cerrado
	<i>Miconia salicifolia</i> Naudin	Tuno	27-Abr-02	I	Los rios	3.060	Bosque alto cerrado
	<i>Miconia salicifolia</i> Naudin	Tuno	03-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Miconia sp.</i>	Tuno	02-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
Myrsinaceae	<i>Tibouchina grossa</i> (L.f) Cogn.	Siete cueros	04-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
	<i>Myrsine dependes</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Espadero	29-Abr-02	I	Rincon de las animas	3.150	Matorral alto abierto.
Papaveraceae	<i>Rapanea dependens</i>	Maiz tostao	04-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
	<i>Bocconia integrifolia</i> Humb. & Bonpl.	Trompeta	16-Abr-02	I	Las animas	3.200	Herbazal abierto
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.	Piojo	17-Abr-02	I	Santa Helena	3.320	Herbazal bajo abierto
	<i>Hesperomeles sp.</i>	Mortifo	02-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.</i>		04-Abr-04	III	Los Soches	3.200	Matorral bajo
Verbenaceae	<i>Duranta sp.</i>	Cruceto	02-Jul-03	II	Vereda Tunal Bajo	2.940	Bosque alto cerrado de Nectandra

Tabla 7. Distribución de los ensayos y resultados de reproducción sexual.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCIÓN DE LOS ENSAYOS											RESULTADOS						
		BLOQUES		TRATAMIENTOS			CANTIDAD DE SEMILLAS						GERMINACIÓN			CRECIMIENTO		MEJOR TRATAMIENTO	
		A	B	1	2	3	AT1	AT2	AT3	BT1	BT2	BT3	INICIO (Día)	MÁXIMO (Día)	%	Día	Altura (cm)		
Araliaceae	<i>Oreopanax mutisianum</i>	Semillas		Oasis			20							18	18	22,2	38	1	AT1
Asteraceae	<i>Ageratina sp.1</i>	Semillas		Turba	Tierra		1,5 gr	1,5 gr						12	12	15	66	2	AT1
	<i>Ageratina sp.2</i>	Semillas		Tierra			3 gr							0	0	0	0	0	NO
	<i>Ageratina timyfolia</i>	Semillas		Tierra			1 gr							17	76	40	92	2,5	AT1
	<i>Ageratina vacciniaefolia</i>	Semillas		Tierra			0,5 gr							11	70	40	92	2	AT1
	<i>Baccharis sp.</i>	Semillas		Oasis	Turba		0,84gr	0,84gr						22	22	85	73	6	AT2
	<i>Diplostephium phlylicoides</i>	Semillas		Tierra			0,5 gr							47	47	10	92	1	AT1
	<i>Diplostephium sp.1</i>	Semillas		Tierra			3 gr							0	0	0	0	0	NO
	<i>Diplostephium sp.2</i>	Semillas		Tierra			1 gr							17	70	30	92	1	AT1
	<i>Espeletia sp.</i>	Semillas		Tierra			1 gr							0	0	0	0	0	NO
	<i>Pentacalia ledifolia</i>	Semillas		Tierra			3 gr							0	0	0	0	0	NO
	<i>Senecio formosus</i>	Semillas		Turba			0,54gr							12	23	50	74	2,8	AT1
	<i>Senecio sp.</i>	Semillas		Tierra	Turba		1,7gr	1,7gr						12	12	35	74	1,5	AT2
<i>Stevia lucida</i>	Semillas		Oasis	Turba		0,77gr	0,77gr						11	17	80	73	0,7	AT1	
Begoniaceae	<i>Begonia cornuta</i>	Semillas		Oasis			0,5gr						12	12	90	74	1	AT1	
Berberidaceae	<i>Berberis sp.</i>			Todas las semillas se encontraban atacadas por insectos							0	0	0	0	0	0	0	NO	
Caprifoliaceae	<i>Fiburnum tinoides</i>	Semillas		Tierra			800						130	148	40,6	148	4,5	AT1	
Chloranthaceae	<i>Hedysmum crenatum</i>	Semilla		Oasis			72						0	0	0	0	0	NO	
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	Semillas		Oasis			45						7	13	100	42	3	AT1	
Conariaceae	<i>Coriaria thymifolia</i>	Semillas		Tierra	Turba		2 gr	2 gr					12	44	20	74	2	AT1	
Ericaceae	<i>Befaria sp.1</i>	Semillas		Oasis	Turba		1,41 gr	1,41 gr					17	17	90	65	0,7	AT1	
	<i>Befaria sp.2</i>	Semillas		Tierra			3 gr						0	0	0	0	0	NO	
	<i>Ericaceae sp.1</i>	Tierra		100 ppm	200 ppm	Testigo	3,6 gr	3,6	3,6				0	0	0	0	0	NO	
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Semillas		Tierra			3 gr						0	0	0	0	0	NO	
Gunneraceae	<i>Gunnera sp.1</i>	Semillas		Oasis			3 gr						0	0	0	0	0	NO	
	<i>Gunnera sp.2</i>	Tierra		100 ppm	200 ppm	Testigo	1,4 gr	1,4 gr	1,4 gr				62	62	11,7	62	0,3	AT2	
Iridaceae	<i>Orthosanthus chimborasensis</i>	Semillas		Tierra			2 gr						11	76	80	92	1,5	AT1	
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Semilla humeda	Semilla seca	Turba	Tierra	Oasis	40	40	40	40			0	0	0	0	0	NO	
	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Semillas		Tierra	Oasis		600	56					11	17	71,4	92	5,5	AT2	
Melastomataceae	<i>Brachyotum sp.</i>	Semillas		Turba			0,27 gr						23	23	10	74	0,5	AT1	
	<i>Miconia ferruginea</i>	Semillas		Oasis			2 gr						35	62	90	62	0,3	AT1	
	<i>Miconia salicyfolia</i>	Semillas		Oasis			2 gr						35	62	90	62	0,3	AT1	
	<i>Miconia salicyfolia</i>	Tierra		100 ppm	200 ppm	Testigo	2,4 gr	2,4 gr	2,4 gr				19	30	30	62	4	AT1	
	<i>Miconia sp.</i>	Tierra		100 ppm	200 ppm	Testigo	4,5 gr	4,5 gr	4,5 gr				0	0	0	0	0	NO	
	<i>Tibouchina grossa</i>	Semillas		Tierra			0,5 gr						11	76	15	92	0,5	AT1	
Myrsinaceae	<i>Myrsine dependes</i>	Semillas		Oasis			22						11	35	18,2	62	2	AT1	
	<i>Rapanea dependes</i>	Tierra		100 ppm	200 ppm	Testigo	200	200	200				0	0	0	0	0	NO	
Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i>	Semillas		Turba	Tierra	Oasis	80	80	485				0	0	0	0	0	NO	
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i>	Semillas		Turba	Tierra		2 gr	2 gr					23	23	50	74	2	AT1	
	<i>Hesperomeles sp.</i>	Tierra	Oasis	Esc Ter: 10 min	Esc Ter: 20 min	Testigo	50	50	100	50	50	90	24	62	42	62	1,5	BT2	
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.</i>	Semillas		Tierra			3 gr						0	0	0	0	0	NO	
Verbenaceae	<i>Duranta sp.</i>	Tierra		Esc Ter: 10 min	Esc Ter: 20 min	Testigo	72	72	186				24	62	75,8	62	2	AT3	

La **Tabla 9** muestra la cantidad de individuos y su estado general de sobrevivencia en cada fase del proyecto y en todo el ensayo.

En términos generales puede decirse que la adaptación del material plantular traído de las áreas rurales del Distrito Capital, de la Región de Sumapaz ha tenido un buen desarrollo; 1.249 individuos (78.6%) establecidos al cabo de los 4 meses de observación se encontraban vivos y en crecimiento, 85 individuos (5.3%), se encontraban en estado de rebrote con yemas foliares en proceso de desarrollo, y 255 individuos (16%) que no pudieron adaptarse por diferentes razones.

La **Figura 2** indica el comportamiento general del material establecido en cuatro meses de observación para cada fase. La fase con mejores resultados en todos los parámetros observados es la fase III con valores que van desde el 78.2 % en el estado físico de la hoja, hasta 88.6% de sobrevivencia y sólo un 9.8% de mortalidad. La fase I presentan mejores resultados de sobrevivencia, estado físico

y color (70 – 74%) con respecto a la fase II, pero ésta la supera en los resultados de estado sanitario. El estado físico y color del material de la fase II presenta valores relativamente bajos entre 62.6 – 65.4%.

En términos generales, el comportamiento del material vegetal establecido presenta una buena posibilidad de adaptación con valores que oscilan en promedio entre 70 – 80%, presentándose los valores más bajos en el parámetro de estado físico de la hoja y el ápice (70-72%), siendo entendible este resultado debido al estrés que sufren las plantas y la manipulación humana, que provoca quiebre de los tejidos en toda la estructura de las hojas. Por otro lado el color de las plántulas presenta valores relativamente bajos (74%), debido al tiempo que transcurre entre el bloqueo y la siembra que provoca un estrés hídrico, sumado el sometimiento a mayores temperaturas durante el transporte del material hasta el sitio de establecimiento, lo que ocasiona amarillamiento y pérdida de la capacidad de fotosíntesis. En cuanto al estado sanitario se

**Tabla 8.** Familias, géneros, especies e individuos recolectados para adaptación

FASE	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	INDIVIDUOS
I	57	118	160	852
II	45	78	107	361
III	29	43	46	376
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>138</b>	<b>202</b>	<b>1589</b>

**Tabla 9.** Estado general de sobrevivencia del material plantular

FASE		VIVO	REBROTA	MUERTO	TOTAL
I	No.	645	76	129	852
	%	75,7	8,9	15,1	100
II	No.	271	3	87	361
	%	75,1	0,8	24,1	100
III	No.	333	6	37	376
	%	88,6	1,6	9,8	100
<b>TOTAL</b>	No.	<b>1249</b>	<b>85</b>	<b>255</b>	<b>1589</b>
	%	<b>78,6</b>	<b>5,3</b>	<b>16,0</b>	<b>100</b>

presentan valores de 74 – 77%, indicando una mediana incidencia de ataque de patógenos y enfermedades que son fácilmente controlables en vivero.

La evaluación de la adaptación de especies de páramo y bosque altoandino a las condiciones ambientales del Jardín Botánico, está sujeta a algunos factores limitantes. Para realizar el análisis sobre la capacidad de adaptación de las plántulas traídas del páramo y bosque altoandino, es importante reconocer que la variabilidad de los factores biológicos, fisiológicos y técnicos pueden hacer que los resultados obtenidos tengan cierto grado de incertidumbre.

**- Factores Biológicos**

Para llevar a cabo un análisis general sobre la adaptación de plántulas de páramo y bosque altoandino, a las condiciones ambientales del Jardín Botánico, fue necesario realizar un paralelo de las principales características climáticas del área de extracción del material vegetal y el área de establecimiento. La **Tabla 10** señala las características generales de cada una.

Aspectos biológicos como la altitud y el clima pueden influenciar la adaptación de especies de páramo y bosque altoandino. Según los datos de campo, las plántulas para el ensayo de adaptación fueron recolectadas en lugares que oscilan entre

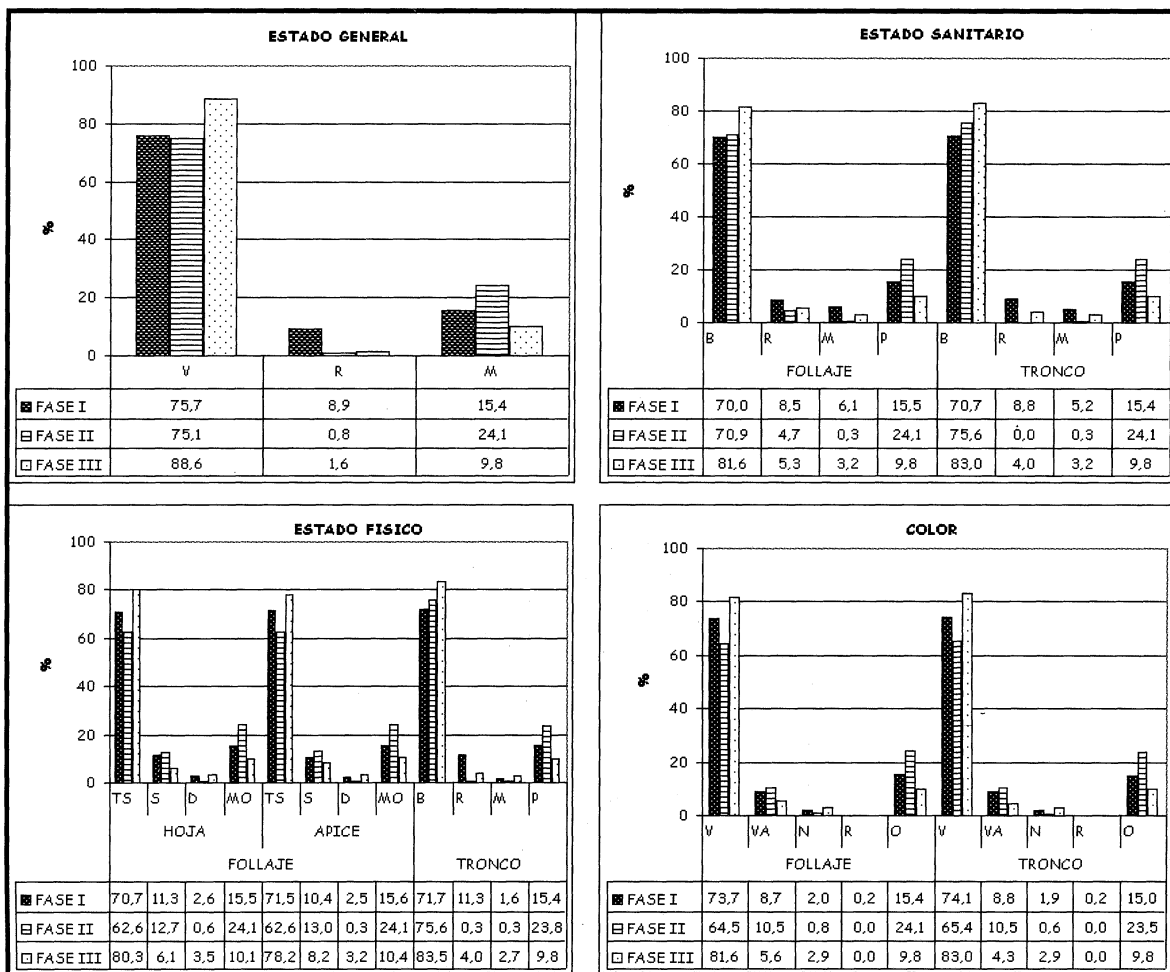


Figura 2. Supervivencia del material plantular.

2.640 y 3.830 m.s.n.m., lo cual evidencia una gran variabilidad de climas y ambientes; según Sturm y Mora (1994), las interrelaciones entre los efectos de altitud y relieve producen una gran diversidad y variabilidad del tiempo y de los factores del clima en el transcurso del día y del año, y variaciones más evidentes dentro de periodos multianuales. Este factor puede influenciar los resultados obtenidos, ya que tendrán más posibilidad de sobrevivencia y desarrollo, aquellas que fueron recolectadas en altitudes similares a las del Jardín Botánico.

La precipitación en los dos sitios evidencia contrastes considerables. Mientras en la región de sumapaz, se refleja una alta variabilidad de precipitaciones (800 – 5.000 mm) que obedecen a los cambios altitudinales; en el Jardín Botánico, la precipitación media es de 953 mm. Sin embargo; los periodos más lluviosos y más secos del Jardín Botánico generalmente coinciden con los del

Páramo, excepto en junio y julio, donde en el páramo representan la época de lluvias, mientras en el jardín representan la segunda época seca, lo cual puede alterar el comportamiento fisiológico de ciertas especies que requieren de un periodo lluvioso más prolongado.

Según el IGAC (2001), en la región de Sumapaz existe una fuerte disimetría pluviométrica que incide en los contrastes climáticos. Se presentan precipitaciones hasta de 5.000 mm en la vertiente oriental y de 2.400 mm en la vertiente occidental y fuertes gradientes térmicos que han incidido en una distribución igualmente disimétrica de los pisos de vegetación, la pedogénesis de los suelos y la acción antrópica.

Las temperaturas medias en la Región del Sumapaz presentan alta variabilidad y son bajas (4.4 – 8.3°C), caracterizándolo como clima frío;

**Tabla 10.** Características ambientales Región de Sumapaz – Jardín Botánico

PARÁMETROS	REGIÓN DE SUMAPAZ	JARDÍN BOTÁNICO
Altitud	2.600 - 4.100 m.s.n.m	2.552 m.s.n.m
Régimen	Monomodal	Bimodal
Precipitación anual	800 – 5.000 mm/año	953,4 mm/año
Meses más lluviosos	Mayo, junio y julio	Abril – mayo y octubre - noviembre
Meses más secos	Diciembre, enero y febrero	Diciembre – febrero y junio - agosto
Temperatura media	7°C	15°C
Temperatura máxima	19°C	15,3 °C
Temperatura mínima	2°C	14,8 °C
Humedad relativa	81%	84%
Brillo solar	418,3 hr/año	983,9 hr/año

las temperaturas en el Jardín Botánico tienen poca variabilidad a lo largo del año y se mantienen casi constantes en 15°C. Las máximas temperaturas (15.3°C) en el jardín botánico coinciden con el periodo de máxima precipitación (abril y mayo). Según Sturm y Mora (1994), en los páramos, los promedios multianuales más altos de temperaturas también coinciden con la primera época de lluvias del año, mientras que los más bajos con las épocas

secas; a la vez en la época más seca es cuando se presentan los promedios multianuales mensuales más altos de humedad relativa.

En el Jardín Botánico la humedad relativa (84%) es superior a la del páramo (81%) siendo los meses de máxima humedad marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre y los de menor julio y agosto que en el páramo corresponden a los de mayor humedad.



La relativamente menor humedad del aire en el páramo se debe según Sturm y Mora (1994), a que la vegetación abierta de páramo está sujeta a fuertes y repentinos vientos que afectan en particular el intercambio de vapor de agua y CO<sub>2</sub> entre las plantas y la atmósfera, pero según Guhl (1982), los vientos no tienen esa magnitud en los páramos lindantes de la Sabana de Bogotá, ya que la cercanía al ecuador climático, provoca que los vientos sólo en periodos cortos alcanzan una fuerza mayor, mientras que durante la mayor parte del año son moderados y hasta casi imperceptibles. Los valores de humedad media promedio para el páramo y para el Jardín Botánico son muy cercanos, lo cual indica que el clima de uno y otro sitio se caracteriza por la alta humedad relativa del aire, lo cual afecta muy poco los resultados del material en adaptación.

Se estima que los valores de brillo solar para la región de Sumapaz son bajos (418.3 hr/año), debido principalmente a las condiciones de clima paramuno de la región y la presencia continua de nubes que impide el paso de la radiación solar. Aunque en la estación meteorológica del Jardín Botánico no se tienen registros de brillo solar desde 1985, los reportados indican un promedio de 983.9 hr/año, siendo mayores que los reportados en la Región de Sumapaz; es así, que este factor se convierte en determinante en la adaptación de plántulas de páramo y bosque altodino; por lo que fue necesario el empleo de polisombra para disminuir el efecto de la radiación solar sobre el material de estudio.

Otro limitante biológico en la adaptación de especies de páramo es el suelo. Por tener este factor alta relación con factores ambientales, también presenta gran variabilidad de un sitio a otro. Según Sturm (1994), la formación y desarrollo de los suelos están determinados por factores bióticos y abióticos; generalmente los relacionados con condiciones climáticas influyen tanto directa como indirectamente sobre las características del suelo.

En éste ensayo, se trato de regular la influencia de este factor, suministrando un bloqueo con un diámetro de pan de tierra de acuerdo al tamaño de cada plántula, para garantizar un sustrato natural, sin embargo también fue necesario la utilización de un sustrato diferente compuesto por tierra negra y cascarilla, que favoreciera el encharcamiento y mantuviera la humedad del suelo, así como la aireación.

Otro factor biológico que afecta la buena adaptación de las plantas de páramo es precisamente la especie. Según Mora *et al* (1994), el comportamiento de una especie está sujeto a fuertes variaciones, no solo referentes a los factores climáticos y edáficos, sino a los factores endógenos propios de cada especie. Por este motivo, es necesario conocer las condiciones particulares de crecimiento de las especies de páramo y bosque altoandino, que a través del tiempo han dado respuestas adaptativas estructurales y funcionales de acuerdo a los factores que las afectan. Algunas de estas especies, se presentan con mucha especificidad con respecto a las condiciones del medio en donde viven y cuando estas condiciones son alteradas bruscamente pueden sufrir un estrés y decaimiento que no permite su recuperación. Por otro lado existen especies que no presentan tanta especificidad y pueden sobreponerse rápidamente a cambios drásticos o que por poseer un alto rango de tolerancia no son afectadas por condiciones adversas a las acostumbradas.

Referente a la especie, también tiene influencia en la adaptación de plántulas a condiciones ambientales externas, el temperamento de las mismas o el tipo de cobertura en donde se desarrollan; así por ejemplo, especies de coberturas de vegetación cerrada de bosque altoandino y matorrales como *Miconia sp*, *Weinmannia sp*, *Hesperomeles sp*, *Vallea sp*, *Bucquetia sp*, *Polylepis quadrijuga*, entre otras, se desarrollan en áreas con cierta protección de la incidencia de rayos solares directos, o pertenecen al gremio de las umbrófilas las cuales al ser

trasladadas a condiciones de plena exposición no logran soportarlo; por el contrario especies que se desarrollan en coberturas de vegetación abierta en frailejonales y pajonales como *Espeletia sp*, *calamagrostis efusa*, *Pentacalia sp*, *Pernettya sp*, *Arcytophyllum muticum*, entre otras están adaptadas a condiciones de alta radiación solar.

#### - Factores fisiológicos

La época del año está muy relacionada con las condiciones climáticas a la hora de la recolección de las plántulas; la mejor época del año para realizar bloqueo y transporte de plántulas es al finalizar la época seca, ya que por un lado favorece las actividades de campo facilitando la manipulación y transporte y por otro, en esta época las plántulas se encuentran sometidas a un déficit de agua lo cual permite que acumulen reservas, fortifiquen sus raíces y endurezcan sus tejidos lo que puede asegurar su posterior establecimiento. Según Goebel citado por Guhl (1982), las plantas del páramo, están especialmente adaptadas para resistir la sequedad fisiológica la cual está determinada por la reducción de la absorción que ocasiona la baja temperatura y la elevada presión osmótica del suelo, en contraste con una intensa transpiración en las horas soleadas, de tal manera que las plantas presentan una estructura xeromórfica. Además, se debe asegurar que las plántulas sean trasladadas y establecidas en inicios de la época de lluvias, para que después del estrés al que han sido sometidas, puedan recuperarse rápidamente.

El tamaño de la plántula bloqueada también está altamente correlacionado con la especie. Mientras ciertas especies, como las del género *Espeletia*, es mejor transportarlas en tamaños pequeños para asegurar su sobrevivencia (Bartholomaeus *et al*, 1990), otras requieren que los individuos se encuentren totalmente conformados antes de ser removidos como es el caso de especies del género *Miconia* y *Puya*. Sin embargo esta información no se conoce para casi ninguna especie de páramo y bosque altoandino.

El pan de tierra que debe acompañar a la plántula a la hora del bloqueo, también se convierte en un factor limitante que muchas veces afecta el adecuado desarrollo de las raíces. Este pan de tierra debe tener unas características mínimas de diámetro y profundidad de acuerdo al tamaño de la plántula. Según algunos autores, el pan de tierra debe tener el mismo tamaño de la plántula, pero en las especies de páramo esta regla no se cumple, ya que muchas de ellas presentan raíces muy profundas que requieren de un pan de tierra mayor y que muchas veces no es suministrado adecuadamente como es el caso de *Espeletia grandiflora* (Mora, 1994); por el contrario, algunas especies presentan raíces superficiales extendidas más allá del diámetro de copa de la plántula y que requieren un pan de tierra con diámetro mayor, como es el caso de *Befaria resinosa*.

#### - Factores Técnicos

Algunos factores técnicos pueden ser fácilmente controlados en vivero como el riego y la fertilización, sin embargo se convierten en limitantes al suministrarse de forma uniforme y en iguales cantidades sin tener en cuenta la diversidad de especies. Otro factor como el método de bloqueo, que está relacionado con el tamaño del pan de tierra, también puede afectar la adaptación porque si no se tienen los cuidados necesarios al realizar esta labor pueden ocasionarse daños mecánicos tanto en las raíces como en la parte superficial de las plántulas que tal vez disminuyan su capacidad de adaptación. El almacenamiento y el tiempo de siembra también son arbitrarios porque están sujetos a los tiempos de realización de las labores de campo y de transporte del material los cuales varían según las distancias de recorrido que deban llevarse a cabo.

Se consideró como muestra adecuada para realizar la evaluación por especie aquellas que tengan más de 20 individuos. Solamente 19 de las 202 especies establecidas cumplen con este requisito, además de las especie *Weinmannia balbisiana* y *Tibouchina*

Tabla 11. Resultados de adaptación de plántulas por especie

FAMILIA	ESPECIE	CANTIDAD PLÁNTULAS	PARAMETROS EVALUADOS (%)				ADAPTACIÓN FINAL	
			SUPERVIVENCIA	ESTADO SANITARIO	ESTADO FÍSICO	COLOR	%	CALIFICACIÓN
Asteraceae	<i>Baccharis tricuneata</i> Pers.	25	88	86,7	86,7	87	87	Alta
	<i>Diplostegium revolutum</i> S.F. Blake	41	63,4	63	63	64,6	63	Media
	<i>Espeletia argentea</i> Humb. & Bonpl.	20	57,5	56,7	54,4	57,5	57	Media
	<i>Espeletia grandiflora</i> Humb. & Bonpl.	50	66	60,7	59,3	62,5	62	Media
	<i>Pentacalia ledifolia</i> (Kunth) Cuatrec.	20	90	90	90	90	90	Muy alta
Blechnaceae	<i>Blechnum loxense</i> (HBK) Hieron.	39	97,4	97	97	97	97	Muy alta
Bromeliaceae	<i>Puya trianae</i> Baker.	73	92,5	92,2	91,9	93,5	93	Muy alta
	<i>Tillandsia biflora</i> Ruiz & Pav.	27	100	69,7	74,5	98,1	86	Alta
Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiana</i> Kunth.	17	34,4	37,5	37,5	39	37	Baja
Ericaceae	<i>Gaultheria cordifolia</i> Kunth.	25	88	80,6	81,3	82	83	Alta
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	44	86,4	87,5	86,6	88	87	Alta
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus columbiensis</i> Ruhland.	58	87,4	87,6	85,9	87,1	87	Alta
Hypericaceae	<i>Hypericum brathys</i> Small.	45	90	89,6	90,4	92,2	91	Muy alta
Iridaceae	<i>Orthosanthus chimborasensis</i> Steud.	20	87,5	86,7	88,3	88,8	88	Alta
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	30	81,7	78,9	76,3	78,7	79	Alta
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	34	55,9	54,9	50,1	52,9	53	Media
	<i>Tibouchina grossa</i> (L.f.) Cogn.	19	81,6	82,5	82,5	82,9	82	Alta
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.	38	100	99,1	99,4	100	100	Muy alta
Poaceae	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.	26	90,4	83,9	85,5	88	87	Alta
	<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	24	93,8	93,1	94,4	94,8	94	Muy alta
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.	40	73,8	73,3	72,2	72,5	73	Media

*grossa* por considerarlas de importancia para este estudio. En la **Tabla 11** se muestran los resultados de supervivencia, estado sanitario, físico y color por especie, así como una calificación final de adaptación.

Las especies que no presentaron problemas para su adaptación (>90%) son *Pentacalia ledifolia*, *Blechnum loxense*, *Puya trianae*, *Hypericum juniperinum*, *Pleurothallis* sp y *Calamagrostis efusa*. Su excelente adaptación está dada por las diferentes estrategias que han logrado desarrollar para evitar la excesiva transpiración y para almacenar agua en sus tejidos (hojas xeromórficas, pelos, ceras, tamaño foliar pequeño, etc), lo cual le permite resistir bruscos cambios climáticos, sobre todo en épocas secas.

Las especies que presentaron un buen comportamiento con porcentajes entre 75 y 90% y que por lo tanto tienen altas posibilidades de adaptación son: *Baccharis tricuneata*,

*Tillandsia biflora*, *Gaultheria anastomosans*, *Pernettya prostrata*, *Paepalanthus columbiensis*, *Orthosanthus chimborasensis*, *Lycopodium clavatum*, *Tibouchina grossa* y *Agrostis breviculmis*. A pesar que muchas de estas especies presentaron reportes muy bajos de comportamiento en los primeros meses de observación, lograron recuperarse y adaptarse, debido principalmente a su gran capacidad de rebrote.

Las especies que presentan una regular adaptación con valores entre 50 y 75% son: *Diplostegium revolutum*, *Espeletia argentea*, *Espeletia grandiflora*, *Miconia* sp y *Acaena cylindristachya*. Estas especies presentan un follaje muy débil, principalmente por la alta transpiración que ofrecen; además por los cambios bruscos en las condiciones climáticas en que fueron establecidos, pierden humedad rápidamente generando la muerte y caída prematura de casi la totalidad de su follaje, sin lograr generar el proceso fisiológico de la fotosíntesis para desarrollar tejidos nuevos rápidamente. Según las observaciones

realizadas, se puede mejorar la propagación de estas especies utilizando individuos pequeños (menores 20 cm).

## CONCLUSIONES

En la propagación vegetativa, la latencia fisiológica que poseen las yemas, exige condiciones de alta humedad y aplicación de auxinas para facilitar los procesos de rizogénesis y brotación. La utilización de sustratos que almacenen humedad, como la turba; impiden el desarrollo de callos formadores de raíz y promueven el establecimiento de hongos y bacterias que pudren la estaquilla; la arena de río crea un medio adecuado para la infiltración del agua y aireación de la estaca, permitiendo mejores resultados. En general los diámetros de las estacas que oscilan entre 1 y 2.5 cm son los más adecuados para la propagación vegetativa de las especies de páramo y bosque altoandino.

En reproducción sexual, los sustratos que favorecen la germinación son los de tipo inerte como el oasis y la turba por que retienen gran cantidad de agua, requerimiento indispensable para la germinación; sin embargo, estos sustratos no estimulan el crecimiento y supervivencia de las plántulas debido a la carencia de nutrientes, por lo que se recomienda el transplante a una combinación de tierra negra, cascarilla de arroz, compost y arena de río. Se recomienda disminuir la frecuencia de riego después de la germinación, para evitar la presencia de algas y hongos que pueden afectar la supervivencia de las plántulas.

Aspectos como el tipo de bloqueo y el tamaño del pan de tierra, edad y tamaño de la plántula y la época del año en que es recolectado y establecido el material vegetal determinan la adaptación de muchas de las especies de páramo y bosque altoandino. Se recomienda la recolección del material vegetal a finales de la época seca en el páramo y su establecimiento a comienzo de la época húmeda.

El conocimiento ofrecido en esta investigación es de gran utilidad en la toma de decisiones de producción de material vegetal y brinda una pauta para iniciar estudios más detallados sobre la reproducción y adaptación *ex situ* de especies de páramo y bosque altoandino, muchas de ellas con gran potencial de utilización en planes de restauración de áreas degradadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AZCON, J & TALON, M. 2000.** Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw- Hill. España. 522p.

**BARTHOLOMAUS, *et al.*, 1990.** El manto de la tierra. Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suarez, CAR; Deutsche gesellschaft für technische Zusammenarbeit, GTZ; Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW. Ediciones Lerner. 322p.

**BARCELO, J; NICOLAS,R; SABATER, B; SANCHEZ, R. 1992.** Fisiología vegetal. Ediciones piramide. Madrid. 660p.

**BONFFELLI, E y SIRTORI, G. 1993.** Guía fotográfica de los injertos. Editorial Vecchi S.A. Barcelona. 158p.

**CUATRECASAS, 1958.** Aspectos de la vegetación natural de Colombia.

**GAMEZ, C; RONCANCIO, D; BAEZ, A. 1990.** Estudio fenológico preliminar de 40 especies vegetales, finca "El delirio" Cuenca del Río San Cristóbal (Bogotá). Publicado en: Colombia forestal Vol. 3 No. 4 Nueva Epoca. Bogotá, marzo de 1990. Pag 6 – 17.

**GUHL, E. 1982.** Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico José

Celestino Mutis. Bogota – Colombia. Pag. 95 – 119.

**IGAC. 1987.** “Geomorfología estructural y dinámica morfogenética del transecto Sumapaz (Cordillera Oriental)”. Bogotá, Colombia. 50 p.

\_\_\_\_\_. **2001.** Estructuración de una base de datos geográficos para el desarrollo de un SIG en la región del páramo de Sumapaz y sus alrededores. Universidad de Cundinamarca. Oficina CIAF. Bogotá. Pp. 10 – 46

**JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. 2002.** Informe final “Caracterización fisonómica, estructural y florística de las unidades de vegetación presentes en las áreas rurales del Distrito Capital” fase I. Bogotá, D.C.

**LÜTTGE U, KLUGE M, BAUER G. 1993.** Botánica. Mc Graw Hill. España.

**MONTOYA J, CAMARA M. 1999.** La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi empresa.

**MORA, L., ARENAS, H., BECERRA, N. & BOBA, B. 1994.** La regulación de la transpiración por factores endógenos y ambientales del páramo. Pp. 89 – 256. *En* L.E. Mora-Osejo y H. Sturm (eds.) Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino.

Cordillera Oriental de Colombia. Tomo I. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 6.

**NAVARRO. 1997.** Apuntes de producción de plantas forestales. Universidad Córdoba. España.

**RANGEL, O. 1995. & LOWY P.C. 1995.** Tipos de vegetación en la región del Sumapaz. Alcaldía especial del Sumapaz.

**RANGEL, O. 2000.** Colombia Diversidad Biótica III. La Región de Vida paramuna. Instituto de Ciencia Naturales Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

**STURM, H. & MORA, L. 1994.** Clima. Pp. 15 – 33. *En* L.E. Mora-Osejo y H. Sturm (eds.) Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia. Tomo I. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 6.

**STURM, H. 1994.** Suelo. Pp. 35 – 46. *En* L.E. Mora-Osejo y H. Sturm (eds.) Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia. Tomo I. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 6.