

INTRODUCCIÓN

Aunque Colombia posee una gran extensión de bosques naturales, es claro que la deforestación es un problema que ha causado un gran impacto sobre los mismos. Esta problemática prende las alarmas en las entidades encargadas de la protección y regulación de nuestros bosques, debido a que estos se han convertido en la mayor fuente de donde se obtiene la madera que necesita nuestro país.

Con el fin de minimizar la presión sobre los bosques naturales, las entidades encargadas proponen como alternativa el establecimiento de plantaciones forestales, pero la falta de información sobre las especies a plantar en determinada zona restringen la posibilidad de ofrecer especies de uso potencial que sean rentables desde el punto de vista económico, es por esto que en nuestro país se realizan plantaciones con las mismas especies y además no se aprovechan las zonas de aptitud forestal como se debería, ya que se desconoce los beneficios económicos y ambientales que generan dichas plantaciones, así mismo la mayor parte de las zonas de aptitud forestal en Colombia se están utilizando para otro tipo de actividades perjudiciales, entre ellas tenemos la ganadería extensiva y los monocultivos. Un ejemplo claro de lo expuesto anteriormente se presenta en el municipio de Miranda que tiene un 80% de su área destinada al cultivo de caña de azúcar y la minería informal, que causa la fragmentación de los ecosistemas y un alto grado de deterioro de los suelos, por lo tanto se hace primordial el conocimiento acerca de la supervivencia y el desarrollo de diferentes especies entre introducidas y exóticas para lograr determinar cómo se adaptan a las condiciones propias de clima y suelos de la región, y de esta forma poder determinar que especies promisorias se pueden utilizar en futuras reforestaciones, que a su vez permitan disminuir o recuperar en parte las zonas que presentan altos niveles de degradación en sus ecosistemas.

El presente trabajo tuvo como propósito el establecimiento y evaluación de los primeros 3 meses de un arboretum, aclarando que servirá como línea base para hacer el seguimiento y monitoreo a 5 años a la zona objeto de estudio. Esta fase comprendió la creación de un área demostrativa con especies forestales que busca sensibilizar y documentar a la comunidad sobre la importancia del componente forestal y el uso racional de los recursos naturales, igualmente determinar los costos de establecimiento y mantenimiento de una hectárea para las condiciones propias de la zona. De esta manera generar confianza al sector público y privado para invertir en programas o proyectos de reforestación en la región para lograr recuperar los bosques perdidos y proteger los que aun se tienen ya que estos son la base de donde se sustenta la vida.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ARBORETUM

Es un lugar dedicado al cultivo de árboles y arbustos con propósitos científicos, educacionales, y productivos, que comprenden una colección viva de plantas leñosas usualmente no nativas a su propia área. El propósito de este tipo de ensayos es contribuir a la educación ambiental, promoviendo la información científica técnica forestal a la población en general; promocionando de esta manera el concepto arboretum a nivel nacional, en cumplimiento a las leyes y decretos que reglamentan la conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal en nuestro país (INAFOR, 2007).

1.2 SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES

Una evaluación del potencial del sitio para la reforestación, debe incluir aspectos tanto ecológicos como logísticos. Los atributos fisiográficos, climáticos, edáficos y los aspectos logísticos son determinantes para la selección de especies. El atributo fisiográfico incluye variables de altitud (m.s.n.m.), pendiente, exposición a la luz, morfología del terreno, distancia de la cima, forma del terreno, riesgos de erosión y material parental; el atributo climático incluye una determinación de la precipitación y distribución anual, el balance de agua, determinación de otras formas de precipitación (horizontal), meses secos y húmedos, y temperatura media anual, entre otros; los atributos edáficos incluyen aspectos físicos (profundidad, estructura, textura y drenaje) y químicos (fertilidad y pH, contenido de materia orgánica); en cuanto a los aspectos logísticos se tiene que tener en cuenta aspectos relacionados con la economía del proyecto, tales como la accesibilidad, infraestructura, disponibilidad de mano de obra, usos alternativos de la tierra, etc. (ROJAS, 1989).

1.3 SELECCIÓN DE ESPECIES A PLANTAR

Existe una secuencia lógica de pasos para la selección de especies, que deben ser cuidadosamente seguidos en el momento mismo de seleccionar una especie para fines de reforestación. En primer lugar se debe plantear los objetivos que deben ser claros y específicos; por ejemplo no bastaría definir que se desea madera si no que, debe especificarse, tipo, calidad, dimensiones y producto final esperado. El conocer de antemano el objetivo de la plantación, es indispensable

para proceder a la selección de las mejores especies y procedencias. Es importante que aunque la selección de la especie se considere un objetivo único, la doble intencionalidad siempre debe estar implícita en esta decisión. Las plantaciones industriales deberían producir madera que tenga cuando menos dos utilidades diferentes, para prevenir posibles cambios en su uso por el mercado (ROJAS, 1989).

1.4 CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES PLANTADAS

El cuadro 1 muestra información sobre el medio ecológico de cada una de las especies.

Cuadro 1. Requerimientos ecológicos de las especies sembradas y del sitio del arboretum.

Especie	Altura m.s.n.m.	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Suelos	Crecimiento	
					Altura (m)	DAP (cm)
<i>Acacia mangium</i>	0-1650	22-26	650-4300	arcillosos	8	9
<i>Tabebuia crysantha</i>	0-1900	25	500-3000	francos a franco arenosos	35	60
<i>Cedrela odorata</i>	0-2000	26	1000-8500	franco arcillosos a franco arenosos	40	
<i>Ochroma pyramidale</i>	0-1800	20-28	1000-4000	arenosos o moderadamente arcillosos	13 a los 7 años	40 a los 7 años
<i>Swinglia glutinosa</i>	0-1700	20-24	800-2000			
<i>Guadua angustifolia</i>	0-1800	18-26	1300-1800	fértiles, húmedos y bien drenados	25	20
<i>Erythrina edulis</i>	1000-2600	15-20	1200-2300	franco arenosa y fertilidad moderada	8	
<i>Gmelina arborea</i>	0-1000	24-35	700-4500	francos o franco arenosos	9 a los 4 años	
<i>Trichantera gigantea</i>	0-2000	19-24	1400-2800	franco arcillosa y franco arenosa	35	60
<i>Tabebuia rosea</i>	0-1900	21	1000-3000	franco arcillosos a franco arenosos	40	100
<i>Erythrina poeppigiana</i>	600-1700	20-28	1000-3000	franca o franca arcillosa		
<i>Gliricidia sepium</i>	0-1600	20-30	600-3000	franco arcillosos a franco arenosos		
<i>Pinus occarpa</i>	600-2100	13-23	750-2400	arenosa, franco arenosa y arcillosa	30	60
<i>Leucaena leucocephala</i>	0-1800	25-30	600-3800	arcillosos, franco arenosos o arenosos	20	
Información Ecológica del Sitio del Arboretum						
Finca El Recuerdo	1330	24	1578	franco arcillo arenoso, fertilidad moderada		

Fuente: Trujillo, 2009.

1.4.1 Acacia, Teca blanca. (*Acacia mangium*). Se puede desarrollar en suelos poco profundos, compactados por ganadería, arcillosos con pH desde 4.2 hasta 7.5 incluso con altos contenidos de aluminio y ligeramente salinos. Se caracteriza por crecer bien en suelos erosionados y espontáneamente en sitios húmedos, en los márgenes de arroyos y quebradas y bordeando zonas pantanosas o de pendientes fuertes. Los periodos secos muy pronunciados mayores de 4 meses o vientos muy fuertes limitan su crecimiento y las plantas jóvenes son susceptibles al fuego (Trujillo, 2009).

1.4.1.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla con un contenido de humedad entre 7 y 8% con una temperatura de 4 a 5°C hasta por 8 años. El tratamiento pregerminativo requerido es la escarificación mecánica con lija hasta que pierda su brillo natural y luego se hierve por 2 minutos y se deja en remojo por 12 horas. Alcanza mínimo 20.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla, la germinación tarda entre 5 y 25 días (Trujillo, 2009).

1.4.1.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales posee un turno estimado a los 8 años, puede alcanzar alturas de 8 metros y DAP de 0.09 metros en los primeros dos (2) años. Los crecimientos en suelos deficientes van entre 13.8-30 m³/ha/año, en suelos medios bien drenados de 25-35 m³/ha/año, y en suelos ricos drenados desde 35 incluso hasta más de 50 m³/ha/año. Las plantaciones usualmente se establecen con densidades entre 1.736 y 1.111 árboles por hectárea, siendo ésta última la más frecuentemente utilizada. Generalmente es necesario realizar raleos tempranos, al segundo o tercer año. El dosel puede cerrar de 9 meses a 3 años después de la plantación, compite eficazmente con la maleza. Se recomienda dejar al final del turno de 250 a 350 árboles por hectárea. Tiene excelente poda natural que puede alcanzar hasta 2/3 de su altura. No se han presentado problemas serios de plagas y enfermedades aunque se reportan problemas menores con perforadores del tronco, como los provocados por la familia de los *Platypodidae* y *Scolytidae* que afectan sobre todo la calidad de la madera en troza, por otra parte los termites del suelo y las hormigas carpinteras (*Camponatas sp.*) forman galerías hasta el duramen de árboles jóvenes, de la misma forma es atacado por hormigas defoliadoras. En Colombia se han reportado dificultades sanitarias relacionadas con secamientos que no están aún documentadas (Trujillo, 2009).

1.4.1.3 Usos. Esta especie posee una madera dura, densa (0.40-0.65 gr/cm³). El secado es moderadamente fácil y rápido, se debe tener precaución en las primeras etapas de secado ya que por lo general presenta colapso en áreas del corazón, que se pueden observar en las tablas cuarteadas, aunque su preservación es fácil. Se considera muy estable dimensionalmente, presenta buenas propiedades de trabajabilidad y no se reportan problemas en el aserrado o desenrollado, de buen cepillado, pule fácilmente produciendo una superficie lisa y lustrosa sin desgarre de la fibra, además es fácil de taladrar, clavar y torneear. El duramen responde satisfactoriamente al tratamiento con preservativos utilizando técnicas estándar y la durabilidad natural es moderada, alta en sitios bien ventilados, poco durable en contacto con el suelo. Madera apta para carpintería y construcción general, fabricación de muebles por su firmeza, color y jaspe, para tableros de partículas, producción de pulpa, carbón de gran calidad, leña; recuperación de suelos, de tierras baldías y sitios quemados; y sistemas agroforestales o cercas vivas (Trujillo, 2009).

1.4.2 Guayacán amarillo. (*Tabebuia chrysantha*). Aunque no es exigente en suelos, logra su mejor desarrollo en suelos fértiles bien drenados, francos a franco arenosos con reacción neutra a alcalina (pH 6.0-8.5) en zonas planas o de laderas y se caracteriza por ser tolerante a la sombra en bosque natural y resistente a épocas de sequía. Además cabe anotar que tiene un crecimiento lento y es susceptible de ramoneo y a daños ocasionados por roedores. La semilla es de corta viabilidad (Trujillo, 2009).

1.4.2.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla con un contenido de humedad del 7 al 9% con una temperatura de 18°C hasta un año. El tratamiento pregerminativo requerido es dejar la semilla en remojo durante 24 horas. Alcanza mínimo 10.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 7 y 13 días (Trujillo, 2009).

1.4.2.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales crece hasta 35 metros de altura y 0.6 metros de DAP. Se recomienda su plantación con espaciamientos de 8 a 15 metros entre árboles y de 12 a 15 metros entre líneas para sombrío. Como ornamental, no presenta problemas por raíces debido a que son profundas. Dado el desarrollo de la copa conviene plantarla a mínimo 4 o 5 metros de distancia de construcciones civiles y evitar su cultivo bajo el tendido de cables aéreos por la altura que alcanza. Por ser caducifolia es necesario limpiar las hojas y flores que caen al piso ya que pueden obstruir las alcantarillas o desagües. No se reporta la influencia de enfermedades o plagas de importancia económica, aunque las semillas pueden ser dañadas por los gorgojos *Amblycerus sp* (Trujillo, 2009).

1.4.2.3 Usos. Tiene una madera dura y pesada, con una densidad de 0,44 gr/cm³, el duramen es de color café oliva oscuro y la albura amarillenta o rosada con veteado suave, de grano recto o entrecruzado con lustre irregular y textura media. Es difícil de cepillar y cortar, aunque su secado es moderadamente fácil, su impregnación es difícil. Además es durable y resistente a las termitas, agua salada etc. Madera apta para la ebanistería, carpintería, partes para vehículos (carrocerías, carruajes, vagones, ejes de carreta), instrumentos musicales (arcos para violín), artículos deportivos (cañas para pesca), bordones, sistemas agroforestales, silvopastoriles y ornamental, tiene una espectacular floración amarilla que cubre casi toda la copa, cuyas flores al caer forman un atractivo tapete en el piso, igualmente se utiliza para el control de erosión; cerca viva; leña. Además en la medicina el extracto de la corteza tiene actividad contra el paludismo y posee una alta capacidad melífera (Trujillo, 2009).

1.4.3 Cedro rosado. (*Cedrela odorata*). Aunque es una especie exigente en suelos, requiere suelos profundos, aireados, bien drenados, fértiles, pH entre 5.0 y

7.0 con buena disponibilidad de elementos mayores, franco arcillosos a franco arenosos, y se da en sitios de topografía plana a ligeramente ondulada. Se caracteriza por ser exigente en luz, susceptible al fuego y a los vientos fuertes, y tolerante a las sequías prolongadas. Tolera sitios húmedos, y soporta suelos neutros y calcáreos. Sin embargo la principal limitante es el ataque a la yema terminal por *Hypsiphyla grandella*, se pueden producir daños por plantas epífitas. No soporta suelos con contenidos de aluminio por encima de 1 ppm. (Trujillo, 2009).

1.4.3.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad del 6 al 8% empacada en un recipiente hermético plástico y mantener refrigerado a una temperatura de 3 a 5°C hasta por 2 años. Aunque no requiere tratamiento pregerminativo, se recomienda la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas con el fin de obtener una germinación uniforme. Alcanza mínimo 10.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 7 y 25 días (Trujillo, 2009).

1.4.3.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales posee un turno estimado de 12 a 25 años y puede alcanzar alturas de 40 metros. Bajo óptimas condiciones se registra en los primeros años un IMA (incremento medio anual) de 1.3 a 1.8 metros en altura, y de 1.3 a 1.6 cm en DAP (diámetro a la altura del pecho 1.30 metros) y volúmenes de 11 a 25 m³/ha/año. Su crecimiento es moderadamente rápido y presenta una excelente poda natural (hasta 2/3 de la altura). Las plantaciones de cedro se establecen, por lo regular, con densidades mínimas de 278 arboles/ha (6x6 metros) donde son importantes las limpiezas durante los dos primeros años. En caso de ataque, se recomienda la poda de la parte dañada, y cuando vienen los rebrotes, realizar una selección del mejor y eliminar los demás con tijeras podadoras. Debido a que se planta con espaciamientos amplios, no se requiere un intenso régimen de raleos. Se eliminan los árboles de mala forma para dejar una densidad final de 100–200 árboles/ha. La principal influencia de plagas y enfermedades se genera por el ataque del barrenador de la yema terminal *Hypsiphyla grandella*, cuyo daño induce la formación de bifurcaciones tempranas, aunque también es atacado por diversos defoliadores y por hongos que causan manchas y deformaciones en las hojas (Trujillo, 2009).

1.4.3.3 Usos. La madera tiene una densidad de 0.48 gr/cm³, de fácil trabajabilidad, buen acabado y alto pulimento, aunque baja durabilidad natural, de secado rápido y difícil de trabajar con preservativos. Presenta grano recto y en ocasiones ligeramente entrecruzado, textura mediana y suave al tacto, con lustre de medio a alto. Madera apta para construcciones livianas, de botes y lanchas deportivas, muebles, ebanistería fina (gabinets, estanterías, umbrales, puertas, ventanas), molduras, carpintería, instrumentos musicales (de precisión, cajas y

estuches finos), lápices, modelos, maquetas, chapas decorativas, tableros contrachapados, tornería, talla y esculturas, leña, canoas, las hojas se emplean como forraje y como planta medicinal, de igual forma la corteza se emplea como febrífugo y en cocimientos para los golpes o caídas (Trujillo, 2009).

1.4.4 Balso. (*Ochroma pyramidale*). Aunque es exigente en requerimientos edáficos, logra su mejor desarrollo en suelos de origen aluvial, profundos, fértiles, húmedos bien drenados, bien aireados, de reacción ácida a alcalina, o en suelos arenosos o moderadamente arcillosos producto de la meteorización de rocas ricas en bases. Crece con preferencia en suelos sobre los márgenes de las corrientes de agua, en lugares abiertos, y en el bosque secundario que se desarrolla en áreas deforestadas o quemadas. Se da en zonas planas a ligeramente onduladas y se caracteriza por ser exigente en luz y tolerar periodos de sequía de hasta 4 meses, solo cuando la humedad atmosférica no es menor de 75%, sin embargo no tolera suelos con bajos niveles de humedad y en suelos superficiales es susceptible de volcamiento por vientos fuertes. El crecimiento en sitios desfavorables y las lesiones causadas a los árboles, conducen a la producción de madera pesada y de baja calidad. No soporta suelos anegados ni heladas y en zonas con estación seca prolongada requiere acceso al nivel freático o riego complementario (Trujillo, 2009).

1.4.4.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad entre 4.5 y 8% con una temperatura de 4°C hasta por 5 años. El tratamiento pregerminativo requerido es sumergir la semilla en agua hirviendo (100°C) durante 2 minutos o escarificación mecánica utilizando lija para metales hasta que muestre un aspecto poroso y dejar en agua 24 horas. Alcanza mínimo 35.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 8 y 15 días (Trujillo, 2009).

1.4.4.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales posee un turno estimado de 4 a 7 años y puede lograr crecimientos de 9 metros de altura y 0.25 metros de DAP a los 4 años, 13 metros y 0.40 metros a los 7 años respectivamente y un rendimiento de 17–30 m³/ha/año. Las distancias de siembra comúnmente utilizadas para esta especie son de 3x3, 4x4 ó 5x5 metros asociada con pastos se recomienda plantarla con espaciamientos entre 10x10 y 15x15 metros. Se puede plantar en los suelos aluviales de los márgenes de los ríos y arroyos. En la fase inicial de desarrollo es imprescindible el cuidado intensivo de la plantación, especialmente el combate regular de las malezas. El enorme crecimiento juvenil de esta especie se reduce considerablemente a los 7–12 años de edad, a partir de entonces la madera también comienza a desarrollar el duramen y a adquirir mayor densidad, con lo cual pierde parte de las características que la hacen adecuada para usos especiales. Si bien el balso requiere plena luz desde arriba, también

tolera y hasta demanda el sombreado lateral, tal como se produce en los claros y aberturas naturales del bosque. En general se reporta libre de plagas y enfermedades de importancia económica y se considera susceptible al ataque de hongos e insectos como *Calosterma sp.* Algunos árboles pueden presentar necrosis de corteza causada por hongos y algunos insectos atacan a las plántulas y a los árboles en las plantaciones jóvenes pero no causan daños serios, aunque la madera es atacada por termitas y pequeños coleópteros, que al igual que varios hongos, penetran por cualquier daño presente en la corteza (Trujillo, 2009).

1.4.4.3 Usos. La madera posee una densidad de 0.1 a 0.3 gr/cm³ en peso seco, presenta textura gruesa con líneas de vasos prominentes, pero no muy numerosos, de grano recto a entrecruzado, con radios que se destacan visiblemente en las superficies aserradas debido a su coloración más oscura. El lustre es alto y la madera tiene un efecto de terciopelo al tacto. La parte comercial es la albura por sus características de peso y consistencia. Su durabilidad natural es baja y casi no se puede cepillar, además no sostiene los clavos ni los tornillos. El encolado y la impregnación no presentan dificultades pero posee una resistencia mecánica relativamente elevada, que aumenta al disminuir la temperatura, por esta razón es altamente adecuada como material aislante y de embalaje. La madera, dentro del rango de densidad exigido en los mercados, es altamente eficiente donde la flotabilidad, aislamiento térmico (tanto del calor como del frío), o la mitigación de los ruidos y las vibraciones sean consideraciones importantes, por esta razón es utilizada para la fabricación de elementos aislantes térmicos, elementos aislantes fónicos o de sonidos, elementos aislantes de resorte o elásticos, elementos aislantes vibratorios para aislar la maquinaria pesada del suelo y maquetas arquitectónicas. Además se utiliza para aeromodelismo, para la creación de partes para vehículos, elementos flotadores para pesca, salvavidas, botes salvavidas, boyas, almadías para mar y ríos, pontones, carpintería corriente, artículos deportivos, instrumentos musicales, juguetes de diversas clases, embalajes especiales y producción de pulpa para papel. Simultáneamente del fruto se obtiene una fibra de relleno (lana) para la fabricación de colchones, almohadas y sombreros de fieltro. Del líber se obtienen fibras que se utilizan en la fabricación de sogas y cordelería. La corteza produce tanino (Trujillo, 2009).

1.4.5 Suinglia, Limón ornamental. (*Swinglia glutinosa*).

1.4.5.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad del 8 al 10% con una temperatura de 20°C y a baja humedad relativa hasta por 2 años. El tratamiento pregerminativo requerido es dejar la semilla en remojo durante 24 horas. Alcanza mínimo 15.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda de 10 a 30 días (Trujillo, 2009).

1.4.5.2 Desarrollo y manejo. Es una especie muy rústica para su producción en vivero y el establecimiento de la plantación; las plantas se pueden llevar a terreno en alturas desde incluso 8 cm producidas en bolsa. Resiste fácilmente la plantación a raíz desnuda con plantas mayores de 10 cm, lo cual hace muy sencillo su manejo. Por la facilidad de plantación a raíz desnuda, es más fácil el transporte, dado que se pueden llevar las plantas de 10 a 20 cm sin la bolsa, protegiendo la raíz. La bolsa es un componente que impacta el costo del transporte mayor y menor, por lo que llevar plantas sin bolsas disminuye los costos. Dado lo anterior, es posible extraer las plantas de las bolsas en los viveros, para transportarlas como raíz desnuda para abaratar costos de transporte (Trujillo, 2009).

1.4.5.3 Usos. El principal uso es como cercas vivas, debido a que el fuste y las espinas de la especie reemplazan la posteadura de la cerca y el alambre de púas respectivamente, además es de uso ornamental por su buena apariencia (Trujillo, 2009).

1.4.6 Guadua. (*Guadua angustifolia*). Logra un desarrollo óptimo en suelos fértiles, húmedos, bien drenados, y profundos de texturas medias, se desarrolla en pH neutros y ligeramente ácidos, además tolera suelos excesivamente húmedos o cenagosos. Se caracteriza por ser exigente en luz aunque en zonas con una estación seca prolongada (3-4 meses) requiere acceso al nivel freático o riego complementario (Trujillo, 2009).

1.4.6.1 Producción en vivero. La especie se propaga vegetativamente, principalmente a partir del rizoma o el tallo subterráneo que crece paralelo al suelo, para ello se utilizan diferentes métodos como trasplante directo del tallo completo con ramas, follaje y rizoma; siembra del rizoma y parte del tallo a partir de propágulos que posean por lo menos una yema; siembra de rizomas sin tallo (los logros dependen de la edad del propágulo); siembra de segmentos del tallo; siembra de ramas no lignificadas; siembra de acodos, propagación in vitro, y propagación a partir de chusquines, una de las más usadas para obtener cantidades comerciales (Trujillo, 2009).

1.4.6.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales crece hasta 25 metros de altura y 0.20 metros de DAP. Se aprovecha desde el año 5 después de sembrada, con una producción de 1.000 tallos por hectárea/año. Cuando el gradual se establece con el fin de conservar o proteger suelos, el sistema de siembra es en triángulo y la distancia mínima entre plántulas es de 2.5x2.5x2.5 metros. Cuando se realizan plantaciones para proteger y conservar taludes adyacentes a corrientes de agua, el trazo se efectúa a partir de 1 ó 2 metros del área mojada,

dependiendo de la inundabilidad del terreno. Para establecer plantaciones productoras comerciales se recomienda 4x4 metros para favorecer el desarrollo del diámetro y la altura de los tallos. Los hoyos deben tener dimensiones de 0.4x0.4x0.4 metros, lo cual favorece el crecimiento del rizoma, así como la penetración y difusión de las raicillas. Dentro de los principales agentes que atacan la especie se encuentra el insecto *Dinoderus minutus* considerada como la peor plaga que afecta la guadua, causando daños en las partes más blandas del tallo, el insecto *Podischnus agenor* ataca las partes más tiernas de los tallos en formación, el coleóptero *Estigmia chinensis* ataca los rebrotes y también es atacada por termitas y comejenes, así como por las hormigas del género *Atta sp.* Las enfermedades en la guadua son ocasionadas por hongos o bacterias que acaban con ella y le hacen perder su utilidad; entre las principales están, la mancha de asfalto ocasionada por el hongo *Phyllachora sp.*; el secamiento de las hojas por el hongo *Stagonospora sp.* (Trujillo, 2009).

1.4.6.3 Usos. Posee una madera de alta durabilidad y de fácil trabajabilidad y secado. La parte basal (0 a 4 metros de altura) es ideal para columnas y vigas, la porción intermedia (4.1 a 10 metros de altura) para armaduras de cercas, parales y soleras en muros divisorios, en entresuelos y en planchas, como componente de estructuras ya que proporciona firmeza y resistencia, por lo anterior la madera es utilizada para construcción pesada (vigas) y liviana (techos, andamios, etc.), además para la fabricación de muebles decorativos e interiores, cajas corrientes, guacales, postes para cercas y transmisión, pulpa de fibra larga, implementos agrícolas (abrevaderos, cañerías, canales para conducción de aguas), producción de leña y carbón, construcción de puentes colgantes y rígidos, elaboración de artesanías y varas tutoras. Igualmente la guadua también cumple con funciones ambientales como son control de erosión, sombrío y abrigo para el ganado, cortinas rompevientos, cercas vivas, protección de cuencas hidrográficas en zonas escarpadas y laderas en cercanías de ríos y quebradas, así como en márgenes y riberas, y conservación de suelos. También se puede sembrar en parques, glorietas y jardines amplios (Trujillo, 2009).

1.4.7 Chachafruto, Balú. (*Erythrina edulis*). Prefiere suelos sueltos, negros de textura franco arenosa y fertilidad moderada, además tolera suelos poco profundos, con drenaje deficiente y no crece en suelos muy ácidos con pH de 5,0 a 7,0 en zonas ligeramente onduladas y se caracteriza por tolerar la sombra en los primeros estadios de su desarrollo, pero cabe resaltar que hídricamente es exigente, lo que implica mantener las condiciones de humedad los primeros 10 meses. Aparte de no tolerar suelos pedregosos, es susceptible a heladas por cortas que sean, y por ser una especie rica en carbohidratos y proteína es atacada por innumerables plagas y enfermedades (Trujillo, 2009).

1.4.7.1 Producción en vivero. La semilla es de tipo recalcitrante y de muy corta viabilidad, por lo cual no se recomienda su almacenamiento y no requiere tratamiento pregerminativo. Alcanza mínimo 40 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 3 y 10 días (Trujillo, 2009).

1.4.7.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales crece hasta 8 metros de altura. Por sus propiedades nutricionales es utilizado como banco de proteínas, sembrado a diferentes distancias de 0.5x0.5 metros ó 1x1 metros y como cerca viva de 1 a 3 metros. En bosque productor de fruto se utiliza una distancia mínima de 5 metros y en sombrío de café, cacao u otro cultivo agrícola se utilizan distancias de 5 a 10 metros. El chachafuto debe mantenerse libre de malezas por lo menos hasta los 5 años de edad para evitar la competencia con otras especies, igualmente son necesarias podas periódicas sobre todo en épocas de invierno con el fin de evitar la proliferación y desarrollo de larvas barrenadoras de yema, al realizar la poda es conveniente eliminar o evacuar el material para cortar el ciclo biológico de las plagas y enfermedades. En estado de plántula, la especie es atacada por una larva en la yema terminal que barrena el tallo y en campo es atacado por un minador de hoja, un esqueletizador que termina por defoliarlo. Los frutos y las semillas son atacados por una larva perforadora (*Terastia meticulosalis*), el hongo foliar que ataca es identificado como *Oidium sp*, presentándose en época seca (Trujillo, 2009).

1.4.7.3 Usos. Posee una madera poco durable, liviana, con una densidad de 0.41 a 0.44 gr/cm³ y susceptible a pudrición en contacto con el suelo, pero es utilizada para cajonería, tableros aglomerados y revestimiento de interiores, la especie es empleada como cerca viva, y es asociada con café y ganado para la generación de sombrío, además las hojas y ramas jóvenes son forraje de gran contenido proteínico, la semilla es empleada como diurético y el fruto es de consumo humano y animal (Trujillo, 2009).

1.4.8 Melina. (*Gmelina arborea*). Aunque se adapta en suelos calcáreos y moderadamente compactados, requiere suelos profundos, húmedos, bien drenados, fértiles de los valles aluviales francos o franco arenosos y prefiere pH alcalinos o ligeramente ácidos, pero no tiene éxito en suelos muy ácidos y lixiviados. Se da en zonas planas o ligeramente onduladas y se caracteriza por ser resistente a la sequía y al fuego, ser exigente en luz y susceptible a las heladas. El crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, pobres, con capas endurecidas, impermeables y pedregosas, así como en ácidos muy lixiviados, anegados o pantanosos. Además es muy susceptible a las arenas secas y las plantaciones que prosperan en suelos erosionados o muy compactados, de topografía quebrada y muy superficial, presentan características indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y con aspecto arbustivo. Deben

evitarse sitios en cimbras con suelos delgados y sitios con Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) menores en el primer horizonte (Trujillo, 2009).

1.4.8.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad del 6 al 10%, con una temperatura de 4°C en recipientes herméticos hasta por 7 años. El tratamiento pregerminativo es opcional, si lo desea, sumerja las semillas en agua a temperatura ambiente por 48 horas, al momento de sembrarlas, recúbrelas con una capa de hojas secas de plátano ó sacos de tela, previamente humedecidos y remoje diariamente hasta que la semilla muestre signos de germinación. Alcanza mínimo 900 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación ocurre entre la primera y la tercera semana y continúa germinando gracias a que presenta varios embriones (Trujillo, 2009).

1.4.8.2 Desarrollo y manejo. Para el establecimiento de plantaciones puras a campo abierto y plena luz, la distancia de siembra que se recomienda es de 2.5x2.5, 3x3, 3.5x2.6 metros, para obtener una densidad inicial de plantación de 1.600, 1.111 o 1.098 árboles por hectárea, y previamente programado dejar entre 250 y 350 árboles por hectárea para cosecha final. Por ser una especie esencialmente heliófita, es intolerante a la sombra y susceptible a la competencia de malezas, en especial de gramíneas y enredaderas. Se realizarán podas según el estado de la plantación, solo a los individuos que se seleccionen para la cosecha final. En general, se realizan dos raleos durante el turno de la especie, el primero a los 3 o 4 años de edad, con una intensidad del 50%, los productos obtenidos se destinan a postes y la fabricación de tableros aglomerados, el segundo raleo se hace a los 7 u 8 años con una intensidad del 50% de los árboles remanentes, del cual se puede obtener madera de aserrío de segunda y postes para cerca. Las plantaciones jóvenes menores de 3 años de edad, han reportado ataque por *Atta laevigata*, conocida como hormiga arriera. De igual forma se reportan daños por termites, los cuales barrenan el tallo y las ramas, y los gusanos tierreros (*Spodoptera frugiperda*) ocasionan daños en cogollos y hojas nuevas. Además insectos de la familia *Acrididae* producen defoliaciones severas si las poblaciones del insecto son muy altas. La enfermedad de mayor peligro potencial es el “mal del machete” (*Ceratocystis fimbriata*), que puede ser muy severa en climas húmedos cerca de cacaotales, y cabe anotar que algunas plantaciones han sido destruidas por el ramoneo (Trujillo, 2009).

1.4.8.3 Usos. La madera posee una densidad (0.42 y 0.64 gr/cm³) considerada entre mediana y baja. Es una madera fácil de trabajar, de toronar y se asierra sin dificultad, adquiere buen lustre y se pule bien, pero es algo rugosa en el aserrado radial. El secado de la madera se reporta desde bueno y moderadamente rápido hasta lento con ligeros problemas de alabeo, mientras que el clavado es

moderadamente fácil, pero tiende a rajarse, para esto se recomienda el pretaladrado para un posterior atornillado. La madera es utilizada para la construcción de barcos y canoas, para la fabricación de molduras, pisos livianos, instrumentos musicales, embalajes, chapas decorativas, mangos para herramientas y postes para construcción, además para la producción de tableros contrachapados y de partículas, fósforos, forraje, leña y carbón. Medicinalmente es utilizada para combatir las fiebres biliosas, y es de gran uso para la industria debido a que las flores producen abundante néctar, y son fuente de miel, también para el cultivo del gusano de seda. Recientemente es utilizada para la construcción de múltiples partes para vivienda (Trujillo, 2009).

1.4.9 Nacedero. (*Trichantera gigantea*). Crece en suelos de fertilidad baja, con pH mayor a 4.5, textura franca, franco arcillosa, franco arenosa y drenaje bueno a lento y se caracteriza por soportar suelos pobres, arcillosos y encharcados (Trujillo, 2009).

1.4.9.1 Producción en vivero. De propagación vegetativa y se produce primordialmente por estacas (Trujillo, 2009).

1.4.9.2 Desarrollo y manejo. La distancia de plantación depende del uso, si se utiliza como cerca viva se pueden utilizar estacones mayores de 1 metro de longitud y más de 2 cm de diámetro, separados 1.5 o 3 metros, pero si la plantación se utiliza como banco de proteína se pueden utilizar distancias de 0.5x0.5 metros o 1x1 metros y para sombrío se aconseja una distancia de plantación de 5 a 10 metros. El corte se debe hacer cuando la planta esté por encima de 1 metro y cuando sea el caso de los bancos de proteína, se procura realizar cortes periódicos, sin embargo no se debe defoliar completamente el árbol para no bloquear totalmente la fotosíntesis, además es conveniente fertilizar con abonos orgánicos para evitar el agotamiento del suelo. Si el objetivo es sombrío, se realiza la primera cosecha o corte entre el primero y tercer año de sembrado, dependiendo del clima, suelo y manejo. Debido a la periodicidad del corte, las plagas y enfermedades interrumpen su ciclo de vida, lo cual permite una medida de control, no se han reportado plagas de importancia en esta especie (Trujillo, 2009).

1.4.9.3 Usos. La madera es medianamente pesada, tiene una densidad de 0.7 gr/cm³, de color blanca amarillenta y poca duración en contacto con el suelo. La especie es utilizada como forraje para ganado vacuno, equino y porcino, como inductor de procesos de restauración para los bosques secundarios, cerco vivo, protección de nacimientos de agua y sombrío de café, además es empleada

medicinalmente para controlar el peso, reducir la tensión arterial y combatir el reumatismo (Trujillo, 2009).

1.4.10 Guayacán rosado, Ocobo, Roble, Flor morado, (*Tabebuia rosea*). Se adapta a una gran variedad de suelos, preferiblemente fértiles y aluviales, también crece en suelos con inundaciones anuales, así como en orillas de ciénagas y pantanos. Requiere de suelos con un pH que varía de 5.5 a 6.5, textura franco arcillosos a franco arenosos y soporta suelos ácidos, neutros alcalinos y pobres de igual forma se ha reportado buen desarrollo en suelos con altos contenidos de nutrientes y saturación de bases entre 37% y 68% y déficit de fósforo. Se caracteriza por ser exigente en luz y requiere de un período seco definido para la floración y fructificación. En plantaciones tiene tendencia a la bifurcación y poca rectitud del fuste (Trujillo, 2009).

1.4.10.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad del 6 al 8% con una temperatura de 4°C en recipientes herméticos hasta por 7 años. El tratamiento pregerminativo requerido es dejar la semilla en remojo durante 24 horas. Alcanza mínimo 10.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 5 y 25 días (Trujillo, 2009).

1.4.10.2 Desarrollo y manejo. Se puede plantar en asociaciones agroforestales, silvopastoriles o en plantaciones puras; para esta última se proponen densidades iniciales del orden de 1.100 a 1.600 árboles/ha para alcanzar de 250 a 400 árboles/ha en el turno final. Las distancias de siembra que más se emplean son: 3x3 metros (1.111 árboles/ha) y 4x4 metros (625 árboles/ha). De acuerdo con las experiencias obtenidas en el establecimiento y manejo de plantaciones destinadas a la producción de madera de aserrío, se recomienda efectuar podas de formación a partir del segundo año, de tal forma que se alcance un fuste libre de 4 a 5 metros. donde la primera entresaca se realiza al séptimo año con una intensidad del 40% y la segunda al año 11 con una intensidad del 30% de los árboles remanentes. La influencia de plagas y enfermedades se hace presente desde el vivero donde es atacada por Nemátodos, especialmente *Meloidogine incognita* que ocasionan amarillamiento, secamiento de las plántulas y reducción del sistema radicular. La roya del roble (*Prospodium sp*), ha sido reportada en la Costa Atlántica. Las semillas son propensas al daño por Gorgojos (*Amblycerus sp.*), Coleópteros (Bruchidae) y Hongos como *Fusarium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Nigrospora sp.*, y *Curvularia sp.*, y en menor proporción *Ascochyta sp* y *Phomosis sp.* (Trujillo, 2009).

1.4.10.3 Usos. La madera es moderadamente dura, pesada y tiene una densidad de 0.61 gr/cm³. De grano recto a ligeramente entrecruzado, textura mediana a gruesa, lustre medio a alto y vetado pronunciado en arcos superpuestos con bandas oscuras satinado por el contraste de los radios. El secado es relativamente rápido cuando se hace al aire, y no presenta ningún tipo de agrietamiento, sin embargo se evidencian ligeros problemas de alabeo. Madera apta para la fabricación de muebles, carpintería y ebanistería fina, pisos, artículos deportivos, embalajes, cajas, partes para vehículos, chapas decorativas, tableros contrachapados y de partículas, mangos para herramientas, esculturas y artesanías. Ambientalmente en sistemas agroforestales se emplea para el sombrío de cultivos de café y cacao, asociada con cultivos de plátano y maíz, para mejoramiento de suelos y recuperación de terrenos degradados. Además es muy difundida como ornamental por la forma del árbol y por su llamativa floración y de alta producción melífera para uso industrial (Trujillo, 2009).

1.4.11 Cachimbo. (*Erythrina poeppigiana*). Crece en suelos de textura franca o franca arcillosa con pH ácido a neutro y prefiere suelos con drenaje regular a algo excesivo, convirtiéndola en una especie que soporta encharcamientos. Aunque cabe resaltar que es poco exigente en fertilidad y que el fruto es tóxico para el ganado, lo que restringe su uso (Trujillo, 2009).

1.4.11.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) en lugares secos, frescos, a temperatura ambiente por largo tiempo, o manténgalas en sitios secos, con temperaturas entre los 4 y 5°C y contenidos de humedad del 6 al 8% hasta por 7 años. El tratamiento pregerminativo requerido es dejar las semillas en inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Alcanza mínimo 1.800 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 8 y 22 días (Trujillo, 2009).

1.4.11.2 Desarrollo y manejo. La distancia de plantación para sombrío de cultivos agrícolas es de 10 a 12 metros, para cerca viva es de 2 a 3 metros. y en sistemas silvopastoriles de 10 a 25 metros. Debido a la rusticidad de esta especie, el manejo silvicultural no es muy exigente. En los primeros 3 años de la plantación los árboles deben mantenerse libres de malezas que puedan competir por humedad, espacio y nutrientes. En sistemas agroforestales son necesarias 2 podas al año como máximo con el fin de regular la cantidad de luz solar que llega al cultivo. En cuanto a plagas y enfermedades únicamente se reporta el hongo del género *Oidium* que ataca las hojas produciendo la defoliación de los árboles (Trujillo, 2009).

1.4.11.3 Usos. Madera liviana, poco durable y con una densidad que varía de 0.3 a 0.4 gr/cm³. Además es susceptible a pudrición en contacto con el suelo y sus características la hacen poco utilizable como maderable, a pesar de esto se emplea para la fabricación de cajonería, formaletas y tableros aglomerados. En la agroforestería obtiene diferentes usos como cercas vivas, forraje, protección de nacimientos de agua y sombrío de café (Trujillo, 2009).

1.4.12 Matarratón, Madrecacao. (*Gliricidia sepium*). Prefiere suelos bien drenados, sitios húmedos y temporalmente inundados, pero requiere de suelos franco arcillosos a franco arenosos, además soporta suelos ácidos infértiles ligeramente neutros a alcalinos pH mayor de 5.0 (óptimo 6.5), compactos, rocosos y calcáreos, se da en zonas planas a ligeramente onduladas. Se caracteriza por ser resistente a la sequía y al fuego, ser exigente en luz y, tolerar vientos salinos y dunas costeras pero no suelos salinos. Es susceptible de ramoneo por diversa fauna y presenta efectos alelopáticos (Trujillo, 2009).

1.4.12.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad del 6 al 8% con una temperatura de 5 y 6°C hasta por 7 años. El tratamiento pregerminativo requerido es dejar las semillas en inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Alcanza mínimo 7.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 4 y 15 días (Trujillo, 2009).

1.4.12.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales logra rendimientos que varían entre 20 y 40 m³/ha/año de madera y leña, y de 9 a 16 Ton/ha/año de materia seca. Las distancias de plantación varían según sea el caso, desde 30 cm hasta 3 metros para cercas vivas; 1x1, 0.3x1 o 0.5x1 metros para producción de forraje; entre 0.3 y 4 metros entre árboles y desde 6 hasta 9 metros entre líneas asociada con cultivos en callejón; de 1 a 1.5x2 metros para producción de leña y reforestación; 3x3 metros para sombrío con entresacas sucesivas a partir del tercer año hasta alcanzar distancias entre 8x8 y 12x12 metros, responde bien a podas repetidas siempre que el árbol tenga más de un año y 2 metros de altura antes del primer corte, y soporta hasta 3 podas anuales para forraje. Cuanto más corto el periodo de corta más hojas se producen en comparación a madera o leña. Los bancos forrajeros en sitios húmedos pueden cosecharse cada 8 semanas. La especie es susceptible a las termitas y el esqueletizador del Matarratón, *Azeta versicolor* causa defoliación. Se reportan ataques del pegador de las hojas *Omiodes sp*, un lepidóptero que ataca especialmente los árboles que conservan el follaje por largos períodos, y del hongo *Cercosporidium gliricidiasis* (Trujillo, 2009).

1.4.12.3 Usos. Madera dura, pesada, resistente y con una densidad de 0.7 a 0.8 gr/cm³. De grano irregular y muy resistente a la pudrición. Apta para construcciones pesadas, para la elaboración de postes y varas. Además es empleada para recuperación de suelos, cercas vivas, control de erosión en laderas erodadas o inestables y protección de taludes, como insecticida, forraje para ganado vacuno y cabras, ornamental y melífera. Medicinalmente para tratar fiebres, aunque la corteza y las hojas son tóxicas, y en sistemas agroforestales intercalado para sombrío con cultivos de cacao, café, té, clavo de olor, maíz y vainilla (Trujillo, 2009).

1.4.13 Pino ocarpa. (*Pinus oocarpa*). Prefiere suelos profundos con buen drenaje y se adapta bien a suelos erosionados, delgados, arenosos, bien drenados, ácidos a neutros (pH de 4.5 a 6.8), de baja fertilidad, derivados de materiales de origen volcánico antiguo, con un alto contenido de cuarzo y textura arenosa, franco arenosa y arcillosa con topografía en laderas y colinas. Se caracteriza por ser exigente en luz y se reporta ligeramente susceptible a las heladas y resistente a la sequía. No prospera en suelos inundables, es poco resistente a vientos fuertes, susceptible a deficiencias nutricionales y enfermedades en las acículas. Su copa rala permite el crecimiento de malezas que aumentan el peligro de incendios (Trujillo, 2009).

1.4.13.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad de 8% con una temperatura de 4°C hasta por varios años. El tratamiento pregerminativo es dejar la semilla en remojo durante 24 horas. Alcanza mínimo 35.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 6 y 20 días (Trujillo, 2009).

1.4.13.2 Desarrollo y manejo. Es una especie propia para plantaciones puras, a campo abierto y a plena luz donde crece lentamente al inicio, por lo que el control de malezas es fundamental durante los 3 primeros años. Las distancias de siembra recomendables son de 2.5x2.5 metros para una densidad de 1.600 árboles/ha o 3x3 metros con una densidad de 1.100 árboles/ha. Se recomienda un primer raleo de saneamiento al momento del cierre del dosel, normalmente entre los 6 y 8 años de edad y raleos posteriores del 35 al 50% cada 5 o 6 años, para terminar con los 200 o 400 mejores árboles al final del turno. El coleóptero *Dendroctonus sp* es la plaga más importante en bosques naturales y la enfermedad de las hojas causada por el hongo *Cercospora pini-densiflorae*, puede causar graves daños en las plantaciones, aunque en el vivero son comunes los hongos que causan damping off, se reportan *Trichothecium roseum*, *Pestalotiopsis sp* y *Phomopsis sp*. En plantaciones se presentan ataques de defoliadores nocturnos entre los que se destacan *Oxydia olivata*, *Leucolopsis pos.vagula* y *Bothynodontes sp*. (Trujillo, 2009).

1.4.13.3 Usos. Madera suave, moderadamente pesada, resinosa, quebradiza y con una densidad de 0.51 a 0.55 gr/cm³. De grano recto, textura fina, brillo de mediano a alto y vetado pronunciado con anillos de crecimiento visibles, a más de tener un olor resinoso característico. Es fácil de preservar, secar y trabajar, aunque se recomienda inmunizar para su uso como madera estructural o para construcción. También es moderadamente resistente a la pudrición blanca y café, y resistente al ataque de termitas y perforadores, pero susceptible a la mancha azul. La madera es apta para construcciones pesadas y livianas, para ebanistería, carpintería y la fabricación de machimbre, pisos, durmientes, tonelería, cajas corrientes, palos de escoba, papel kraft y papel periódico, postes para transmisión y para cercas, pilotes para puentes y muelles. Además produce una oleoresina (trementina) de gran valor para diversas industrias, incluida la de cosméticos y perfumes, así como para la obtención del aceite de trementina (aceite esencial) y la colofonia a partir de su destilación (Trujillo, 2009).

1.4.14 Leucaena, Acacia forrajera. (*Leucaena leucocephala*). Presenta su mejor desarrollo en suelos fértiles y profundos y tolera suelos superficiales, con drenaje de imperfecto a bueno, requiere suelos arcillosos, franco arenosos o arenosos y soporta suelos ligeramente alcalinos con tendencia a la neutralidad, no crece bien en suelos ácidos, pH óptimo entre 6.0 y 7.7. No prospera bien en suelos muy pesados, con alta salinidad, alta saturación de aluminio (Al), ni bajos contenidos de calcio (Ca). Se caracteriza por ser exigente en luz pero tolerar la sombra en estado juvenil, por ser resistente a la sequía y por no tolerar heladas, ni suelos ácidos, además de no tolerar suelos sujetos a inundación prolongada o suelos compactados. Es tóxica para rumiantes si se consume en exceso, por tener altas concentraciones de mimosina (Trujillo, 2009).

1.4.14.1 Producción en vivero. Almacenar la semilla (tipo ortodoxo) con un contenido de humedad menor al 8% con una temperatura de 4°C hasta por 5 años. Debido a la presencia de una ligera película de cera en la superficie de la semilla, el tratamiento pregerminativo requiere inmersión en agua caliente a 80°C de 1 a 3 minutos con un posterior remojo en agua fría por 24 horas, o escarificación con lija de agua hasta que la semilla pierda su brillo natural y su aspecto sea poroso, dejando la semilla en remojo durante 24 horas. Alcanza mínimo 12.000 plántulas reales promedio por kilogramo de semilla y la germinación tarda entre 3 y 12 días (Trujillo, 2009).

1.4.14.2 Desarrollo y manejo. En condiciones normales logra turnos según sea el uso final, por ejemplo si es para leña y forraje varía de 1 a 3 años, para carbón de 3 a 5 años, para pulpa y tableros de 5 a 8 años. Crece hasta 20 metros de altura y presenta rendimientos de 20 a 80 m³/ha/año y de 0 a 80 ton/ha/año de forraje. Especie fuertemente invasora y de muy rápido crecimiento, además

rebrotan vigorosamente (los rebrotes son manejados para producir varas tutoras para cultivos de tomate, frijol, etc.) las distancias de siembra se manejan de acuerdo al objetivo, para producción de pulpa se siembra a 2x2 ó 3x3 metros. de distancia, para la producción de leña y forraje se siembra a 1x1 ó 1x2 metros. Se presenta defoliación ocasionada por *Heteropsylla cubana*, la cual limita significativamente la producción de forraje para el ganado. Las semillas son atacadas por termitas, las raíces por el hongo *Fomes lignosus* y la mancha de la hoja es causada por *Camptomeris leucaenae*, que es una enfermedad potencialmente importante en Latinoamérica (Trujillo, 2009).

1.4.14.3 Usos. Madera poco durable y con una densidad que oscila entre 0.5 y 0.7 gr/cm³. De textura fina, fácil trabajabilidad y secado sin presencia de rajaduras o grietas. Susceptible al ataque del comején y gorgojos. Madera apta para construcciones livianas y la fabricación de pisos, durmientes, cajas corrientes, guacales, postes para construcción, varas tutoras, tableros de partículas y de fibra. También como sombrero, abono verde y forraje para ganado bovino, cabras y ovejas, además para la producción de cercas, leña y carbón de alta calidad. Igualmente se obtienen tintas, de las semillas se obtiene goma y se emplean en artesanías, aunque es de gran valor para la producción de miel (Trujillo, 2009).

1.5 PROPAGACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

La propagación del material vegetal por medio de semillas tendrá unas connotaciones especiales según la exigencia de cada especie, en cuanto a la calidad de la semilla se refiere, vendría posteriormente arropado por las labores de aporte de nutrientes y el correspondiente riego (RUANO, 2008).

1.5.1 Preparación de la semilla y siembra. Para la adquisición de simientes con destino a la siembra, deben en primer lugar conocerse el número medio de semillas que entran por kilogramo de peso, así como su pureza y facultad germinativa media en porcentaje. De esta forma se puede calcular, con un grado de certeza muy aproximado, el peso necesario de compra, lógicamente deben tenerse en cuenta, además, una serie de factores que van a ser determinantes, como son la época de siembra, germinación o tratamiento para conservar y superar el letargo (RUANO, 2008).

1.5.2 Tratamiento de semillas. En varios momentos del trayecto que recorre la semilla desde el árbol padre hasta el lecho de siembra se han de realizar ensayos sobre su calidad y otras características. Los ensayos para determinar la madurez y viabilidad de la semilla antes de la recolección en el bosque y durante ella,

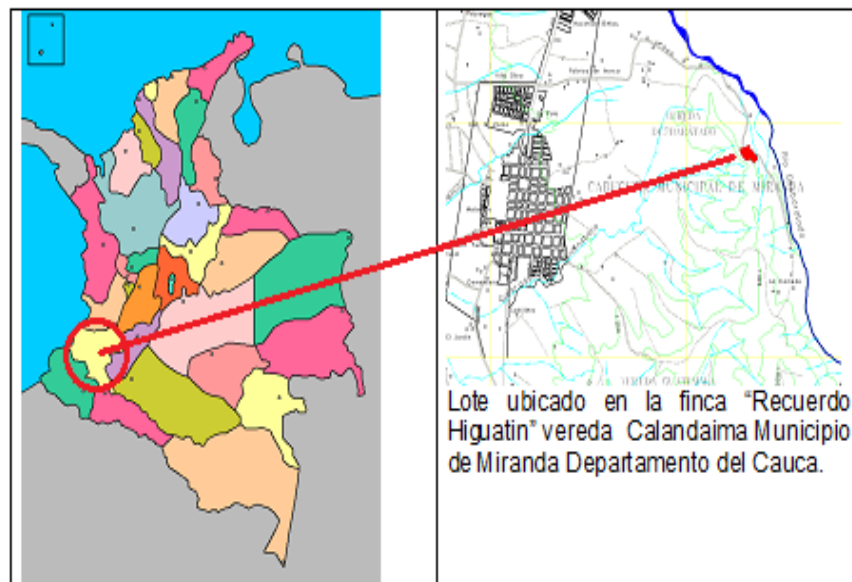
ensayos que por lo general están comprendidos en estudios sobre la abundancia de la fructificación; su finalidad es asegurar que tanto la cantidad de la semilla como su calidad justifican el esfuerzo y el costo de la recolección. Es posible que sea necesario efectuar varios ensayos en la instalación de procesamiento de la semilla, después de la extracción y limpieza pero antes de que se envíen a los viveros o inicien el período de almacenamiento (RUANO, 2008).

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACION Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO DE ESTUDIO

El área de estudio está localizado al suroccidente de Colombia en el departamento del Cauca, y al nororiente de este, en el municipio de Miranda como lo muestra la figura 1, específicamente en las riberas de la subcuenca del río Desbaratado en la finca El Recuerdo ubicada en la vereda Calandaima en las coordenadas 3°15'22.57" de latitud norte y 76°13'06.07" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1330 metros con una precipitación media anual de 1379 mm, además su distribución temporal presenta un régimen bimodal caracterizado por dos periodos lluviosos en los meses de marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre destacando los meses de abril y octubre como los más lluviosos (Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, 2001 Citado por Alcaldía de Miranda, 2002). El municipio posee una Temperatura media anual de 24°C, con un máximo de 32°C y un mínimo de 15°C, el porcentaje de humedad relativa del 77%, radiación solar oscila entre 400 y 460 calorías/cm² y brillo solar promedio mensual de 1795 horas/año para una evaporación media anual 1500 mm. El análisis de estos factores del clima es retomado directamente del estudio elaborado por la CRC y la empresa Grupo de Estudios e Investigaciones Colombiano (GEICOL Ltda.) denominado "Análisis del Uso y Explotación de Materiales de Arrastre en la Cuenca del río Güengüé", 2.000. (CRC, 2001 Citado por Alcaldía de Miranda, 2002).

Figura 1. Localización de la zona de estudio



La geología se caracteriza por presentar en casi toda el área del flanco occidental de la cordillera central espesas capas de materiales piroclásticos en especial cenizas volcánicas, que generalmente están recubriendo rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias, en su mayoría limolíticas, areniscas y conglomerados. También se encuentran rocas porfíricas de composición intermedia, con variaciones de dacita y andesita; las rocas volcánicas de tipo fluvial y lacustre y depósitos aluviales y coluviales recientes se pueden apreciar cerca de los cauces de los principales ríos que drenan la zona (Alcaldía de Miranda, 2002).

Las aguas de los ríos Desbaratado y Güengüé conforman la red hídrica del municipio y son aprovechadas para el abastecimiento de acueductos, y principalmente son distribuidas en zanjones y acequias para regar los cultivos de caña de azúcar que predominan en el sector de la planicie (Alcaldía de Miranda, 2002).

Los suelos localizados en la finca El Recuerdo presentan un uso actual distribuido de la siguiente manera: 16.6% pastos para ganadería, 4.16% café, 2.6% frutales, 13.3% bosque natural, 5% vivienda y cultivos pan coger, y 58.1% ganadería extensiva o no tiene un fin específico. En la finca habitan cinco (5) personas de las cuales tres de ellas están en edad de productiva. En la cobertura del bosque natural se observa el Cucharó (*Rapanea guianensis*) como especie dominante, además el lote seleccionado presenta una topografía ondulada con pendiente promedio de 25% y drena sus aguas directamente al río Desbaratado, igualmente se evidencian deslizamientos medianos localizados y erosión laminar (Ver Figura 2). Para tener una idea más detallada del tipo suelo presente en la zona objeto de estudio se tomo dos muestras (S1 y S2) que se georeferenciaron (Ver Cuadro 2), dichas muestras nos proporcionaron las características físico químicas de los suelos de acuerdo a los análisis realizados en la Secretaria de Agricultura de Popayán (Anexos A y B). Tales características se presentan a continuación:

Figura 2. Panorámica del lote seleccionado en la finca El Recuerdo.



Cuadro 2. Ubicación geográfica de las muestras de suelo.

Muestra de suelos	Coordenadas Planas	
	Latitud N.	Longitud W
S1	1096663.98	851694.08
S2	1096610.58	851767.83

El suelo de la parte baja (S1) es de color grisáceo, de textura franco arcillo arenosa, químicamente poseen un pH de 6,40 de reacción ligeramente acida, los contenidos de materia orgánica (MO) son moderados, la cantidad de Nitrógeno (N), Hierro (Fe) y Fósforo (P) disponibles son muy pobres, mientras que el Potasio (K), el Cobre (Cu) y el Cobalto (Co) son moderados, así mismo el Boro (B), el Zinc (Zn) y el Molibdeno (Mo) aprovechables son suficientes, y el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Manganeso (Mn) disponibles son abundantes mas no excesivos. Según el análisis de suelos se pudo determinar que la fertilidad natural del suelo es moderada (Anexo A).

El suelo de la parte alta (S2) es de color pardo rojizo, de textura franco arcillo arenoso donde se encuentran evidencias mínimas de cenizas volcánicas, químicamente poseen un pH de 6,40 de reacción ligeramente acida, los contenidos de materia orgánica (MO) son deficientes, el cantidad de Fósforo (P), Hierro (Fe) y Nitrógeno (N) disponible es muy pobre, mientras que los contenidos de potasio (K), Cobre (Cu), Cobalto (Co), y Molibdeno (Mo) son moderados, así mismo el contenido de Boro (B) y Zinc (Zn) es suficiente, y el contenido de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Manganeso (Mn) es abundante. Según el análisis de suelos se pudo determinar que la fertilidad natural del suelo es moderada (Anexo B).

2.2 PLAN DE TRABAJO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ARBORETUM

Para llevar a cabo el estudio de seguimiento y evaluación en el sitio, se plantearon 5 etapas; estas consistieron en su orden en la selección del sitio, selección de especies, actividades de establecimiento, evaluación y seguimiento y mantenimiento.

2.2.1 Selección del sitio. Para la selección del sitio se efectuaron visitas técnicas a posibles áreas de trabajo con el fin de evaluar los criterios técnicos tenidos en cuenta para el establecimiento del arboretum. Dichos criterios fueron desarrollados en conjunto con funcionarios de la CRC, y se determinó que el orden público y la disponibilidad por parte de los propietarios de los predios eran

los de mayor jerarquía, no obstante la disponibilidad de la mano de obra, vías de acceso, cercanía de la vía de acceso al sitio de establecimiento para transporte de plántulas, insumos y herramientas, disponibilidad de agua, hospedaje y alimentación eran tenidos en cuenta.

De lo anterior y después de evaluar varias alternativas se seleccionó un lote ubicado en la vereda Calandaima, que tiene por nombre finca El Recuerdo, con un área de 24 hectáreas, propiedad del señor Miguel Ángel Solano González (Ver Figura 3), de las cuales el propietario propuso para el proyecto 1.59 hectáreas. Dicha área fue medida con brújula, GPS y cinta métrica para hacer el levantamiento topográfico del terreno y georeferenciar las parcelas (Ver Anexo C).

Figura 3. Características de la finca El Recuerdo vereda Calandaima, Municipio de Miranda.



Es importante aclarar que se efectuó una reunión con el propietario del predio y funcionarios de la CRC para aclarar los alcances del proyecto, los compromisos y obligaciones de cada una de las partes. En esta reunión también se aclararon las dudas por parte del propietario y se concertó el desarrollo de las acciones dentro del predio.

2.2.2 Selección de especies. Para la selección de las especies se tuvo en cuenta criterios ecológicos y ambientales como temperatura, precipitación, suelos y altura sobre el nivel del mar que fueron determinados con las características del sitio seleccionado, además de los requerimientos de las especies y la disponibilidad del material vegetal en vivero en cuanto se refiere a tiempo y estado fitosanitario.

Una vez aclarados los criterios se procedió a investigar que especies presentaban requerimientos ambientales similares a los de la zona de estudio y cuáles de ellas estaban disponibles en el vivero La Florida de la CRC, a raíz de esta investigación se propuso una lista de 21 especies como lo muestra el cuadro 3, de las cuales 14 estaban disponibles para la fecha de siembra establecida en el cronograma de actividades y las restantes se propagaron inmediatamente. (Ver Figura 4)

Una vez elegidas las especies se averiguó la procedencia de cada una para brindar una fuente confiable y garantizar el buen desarrollo de las semillas (Ver Cuadro 3).

Figura 4. Vivero Forestal La Florida; especie forestal disponible para el proyecto; *Acacia mangium*



Cuadro 3. Lista y procedencia natural de las 21 especies que conforman el arboretum.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Procedencia natural
1	Acacia magium	<i>Acacia magium</i>	Patía (Cauca)
2	Guayacán amarillo	<i>Tabebuia crysantha</i>	Armenia (Quindío)
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Sabanalarga (Atlántico)
4	Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Sabaneta (Antioquia)
5	Suinglia	<i>Swinglia glutinosa</i>	Patía (Cauca)
6	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Armenia (Quindío)
7	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Silvia (Cauca)
8	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Cucuta (Norte de Santander)
9	Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	Popayán (Cauca)
10	Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>	Cumaral (Meta)
11	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Popayán (Cauca)
12	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Piedra sentada, El Bordo (Cauca)
13	Pino ocarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	Restrepo (Valle)
14	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Popayán (Cauca)

Continuación del Cuadro 3.

15	Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Zambrano (Bolívar)
16	Eucalipto tereticornis	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Aguazul (Casanare)
17	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Aguazul (Casanare)
18	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Agrado (Huila)
19	Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	Tesalia (Huila)
20	Igua	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Tarqui (Huila)
21	Teca	<i>Tectona grandis</i>	Santa Cruz (Costa Rica)

2.2.3 Actividades de establecimiento.

2.2.3.1 Aislamiento. Se llevó a cabo la construcción de un cerco de alambre de púas de 3 hilos y posteadura en *Guadua angustifolia* de 1.8 metros de altura separada a una distancia de 3 metros entre sí y 51 metros entre pie de amigos en un perímetro de 200 metros lineales discriminados en 110 metros para construcción y 90 metros para mejorar el cerco existente con el fin de evitar el acceso del ganado (Ver Figura 5).

Figura 5. Aislamiento con posteadura de guadua.



2.2.3.2 Limpieza del terreno o rocería. Una vez aislada el área se efectuó la limpieza general del lote, eliminando la vegetación (rastrojo) de forma manual con machete, apilando los residuos y posterior picado de los mismos para incorporarlos al suelo como materia orgánica (Ver Figura 6).

2.2.3.3 Trazado. De acuerdo con las especificaciones técnicas escogidas se hizo un trazado al cuadrado a una distancia de 3x3 metros, con corrección por pendiente y georeferenciación de cada una de las parcelas (Ver cuadro 4), esto con el propósito de que las especies quedaran bien distribuidas en la zona de investigación.

Figura 6. Limpieza general de lote realizado con personal de la zona.



Cuadro 4. Georeferenciación de las 14 parcelas que componen el arboretum.

Parcelas	Coordenadas Planas	
	Latitud N.	Longitud W
1	1096705.9	851686.87
2	1096690.9	851677.03
3	1096290.5	851691.70
4	1096694.0	851702.96
5	1096665.5	851708.43
6	1096648.6	851693.93
7	1096623.4	851691.87
8	1096653.4	851732.13
9	1096637.2	851714.12
10	1096616.4	851709.44
11	1096619.5	851732.52
12	1096624.0	851774.62
13	1096611.5	851753.80
14	1096587.4	851761.97

2.2.3.4 Vivero temporal. El material vegetal fue transportado desde el vivero La Florida de la CRC localizado en la ciudad de Popayán hasta la finca El Recuerdo donde se estableció un pequeño vivero, ya que la temporada de lluvias no llegó en su fecha normal porque se prolongó la temporada de verano, lo que obligó a tomar medidas para evitar la pérdida total o parcial de las plántulas por déficit hídrico.

Para esto se efectuó riego diario de forma manual en las primeras horas de la mañana y en las horas de la tarde ya casi al caer la noche como lo muestra la Figura 7, además de la aplicación de hidrogel, lo que permitió mantener las especies hasta que llegara la época de lluvias y cumplir con las labores pertinentes.

Figura 7. Hidratación manual de las plántulas en el vivero temporal.



2.2.3.5 Plateo. En platos de un 1x1 metros, se elimino la cepa de raíces y vegetación dejando el suelo descubierto de vegetación. Esta labor se realizó procurando no retirar materia orgánica del suelo (Ver Figura 8).

Figura 8. Plateo realizado con el personal de la zona.



2.2.3.6 Ahoyado y repicado. En el centro de cada plato se realizó un hoyo y el repique con palin o barra con dimensiones de 30x30x30 cm (ancho, largo y

profundidad) con el fin de desmenuzar el suelo y así mismo permitirle un buen desarrollo radicular a las plantas.

2.2.3.7 Siembra. Se tuvo en cuenta la época de lluvia para que brindara las condiciones de humedad requeridas para la siembra, lo que generó un retraso de un mes en las labores. La siembra se realizó principalmente con el montaje de las 14 parcelas objeto de estudio y el bosque productor protector que se había propuesto de una hectárea debido a la disponibilidad del material vegetal. Las 7 parcelas restantes no fueron sembradas porque las especies se encontraban en propagación, estas fueron sembradas con 100 días de retraso (Ver cuadro 5).

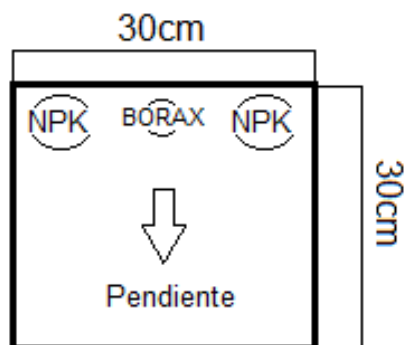
Cuadro 5. Especies adicionales sembradas 100 días después de establecido el arboretum.

Nombre común	Nombre científico
Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Eucalipto tereticornis	<i>Eucalyptus tereticornis</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>
Igua	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Teca	<i>Tectona grandis</i>

2.2.3.8 Fertilización. Se realizó incorporando 500 gramos de gallinaza por sitio 15 días antes de la siembra y en el momento de la siembra se aplicó una dosis compuesta por 70 gramos de NPK (10-30-10), 10 gramos de Bórax, como muestra la figura 9, y 3 gramos de hidrotenedor o hidrogel (stockosorb 400K) en el fondo de cada hoyo previo a la siembra de cada árbol. La aplicación se cumplió en base a los resultados arrojados según el análisis de fertilidad de suelo efectuado con anterioridad (Anexos A y B).

2.2.3.9 Resiembra. En el cronograma de actividades se programó la resiembra a los 45 días de establecido el arboretum, para lo cual se reservó un 10% de plántulas para resembrar. Teniendo en cuenta que la cantidad de árboles a resembrar la determinó el parámetro de medida de sobrevivencia que para nuestro caso presentó una pérdida del 11.51% que corresponde a 58 plántulas (Ver Cuadro 6), razón por la cual se hizo un reajuste de 1.51% con lo cual se procedió a completar el material a resembrar.

Figura 9. Aplicación correcta de la fertilización según la pendiente para garantizar la absorción de los nutrientes.



Cabe anotar que los residuos generados como bolsas fueron recogidos inmediatamente.

Cuadro 6. Inventario de individuos muertos por especie.

Nombre vulgar	Nombre científico	Nº plantas muertas	Pérdida en (%)
Guayacán amarillo	<i>Tabebuia crysantha</i>	7	19.44
Acacia mangium	<i>Acacia mangium</i>	0	0.00
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	6	16.67
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	3	8.33
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	1	2.78
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	1	2.78
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	1	2.78
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	18	50.00
Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>	0	0.00
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	19	52.78
Pino ocarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	0	0.00
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	1	2.78
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	1	2.78
Suinglia	<i>Swinglia glutinosa</i>	0	0.00
Total		58	11.51

2.2.4 Evaluación y seguimiento. Dentro de los tres (3) meses siguientes a la fecha de plantación se hizo el seguimiento con el fin de determinar que especies se adaptaron a las condiciones de la zona para lo cual se midió altura total, sobrevivencia y estado fitosanitario de cada una de las especies que componen el arboretum utilizando un formato diseñado para tal fin (Ver Anexo D). Para

determinar los resultados se efectuaron 3 registros, al momento del establecimiento, a los 45 días y a los 90 días.

2.2.4.1 Control de plagas y enfermedades. Previo a la plantación se realizó una inspección para detectar la presencia de hormigueros. Se encontraron 10 hormigueros activos a los cuales se les efectuó un control químico con Atta-kill cuyo ingrediente activo es la sulfuramida, con una dosificación de 8 grs/m² por hormiguero, dicha dosificación se aplicó en los caminos y cerca de la entrada de cada uno de los hormigueros identificados (Ver Cuadro 7). Para hacer seguimiento a los hormigueros se ubico en cada entrada una vara de 1.5 m, la cual se marcaba con cintas de colores, permitiendo relacionar el estado de cada hormiguero, la cinta azul para identificar un hormiguero activo, la cinta roja identifica un hormiguero estaba siendo controlado con Atta-kill y la cinta blanca identifica los hormigueros inactivos.

Además se realizaron visitas periódicas de inspección para identificar la presencia o aparición de alguna plaga o enfermedad que pudiera afectar el normal crecimiento de cada especie que compone el arboretum, para lo cual se procedió a revisar cada uno de los hormigueros identificados para de esta forma verificar su inactividad. Por otra parte se pudo constatar que especies como *Tabebuia crisantha* y *Erythrina poeppigiana* presentaban ataque causado por un posible gusano trozador y la *Erythrina edulis* por una larva que barrena el tallo.

Cuadro 7. Hormigueros identificados.

Hormiguero N°	Área Hormiguero (m ²)	Dosis Atta-kill (gr)	Fecha de aplicación
1	34.80	278.40	12/12/2010
2	54.78	438.24	12/12/2010
3	14.72	117.76	12/12/2010
4	1.00	8.00	12/12/2010
5	21.42	171.36	12/12/2010
6	49.58	396.64	12/12/2010
7	32.30	258.40	13/12/2010
8	36.10	288.80	13/12/2010
9	8.90	71.20	13/12/2010
10	3.20	25.60	13/12/2010
Total	256.8	2054.4	

2.2.4.2 Prevención y control de incendios. Se diseñó un plan de prevención y control de incendios que permitirá combatir cualquier contacto de incendio que se pudiese presentar en el área. A modo de prevención se construyeron barreras cortafuegos de 5 metros de ancho en las zonas más críticas y se realizaron

charlas para sensibilizar a la comunidad cercana sobre temas como la utilización de las quemadas controladas entre otros.

2.2.4.3 Altura. Para determinar el comportamiento en altura de cada una de las especies se realizaron 3 medidas: la primera al momento de la siembra, la segunda a los 45 días y la tercera a los 90, además se debe tener en cuenta que la medición de esta variable se realizó solamente a los individuos que están dentro de la parcela como lo muestra la figura 10, esto con el fin de evitar el efecto de borde, y así garantizar una similitud en condiciones de luminosidad entre los individuos de cada especie. Para tal medición se utilizó un metro convencional metálico que se ubica de forma vertical paralelo al árbol y se traza una línea imaginaria de forma horizontal con una vara de 30 cm formando un ángulo de 90° entre el metro y la vara (Ver Figura 11).

Figura 10. Disposición de los individuos a los que se les tomo el dato de altura dentro de la parcela.

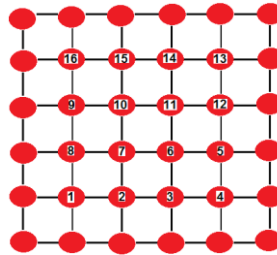


Figura 11. Metodología utilizada para medir la altura total de los individuos que componen el arboretum.



2.2.4.4 Supervivencia. Para determinar la supervivencia se llevó a cabo un inventario de plántulas vivas a los 45 días del establecimiento, el registro se realizó a cada uno de los 36 individuos de las 14 especies objeto de estudio, teniendo como criterio de muerte la ausencia de hojas y deshidratación del tallo.

2.2.4.5 Estado fitosanitario. Para determinar el estado fitosanitario se llevó a cabo un registro a los 90 días del establecimiento, en el cual se realizaron observaciones a cada uno de los 36 individuos de las 14 especies objeto de estudio. Teniendo como principales criterios la defoliación y decoloración, para la cual se tenía una clasificación que ajustaba 4 categorías: 1 bueno, 2 aceptable, 3 regular y 4 malo.

2.2.4.6 Incremento en altura. Para determinar el incremento en altura se tuvo en cuenta los registros de altura tomados en el momento del establecimiento y a los 90 días.

2.2.5 Mantenimiento. Teniendo en cuenta las condiciones de la zona se propuso hacer dos limpiezas al lote, para realizar esta acción se hizo un previo recorrido e identificación de las zonas más críticas donde las malezas, helechos y rastrojos bajos estaban generando competencia lumínica con las plántulas objeto de estudio, posteriormente se procedió a eliminarlas de forma manual (machete) acumulándolas entre las calles para su futura incorporación al suelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos de campo tomados en cada una de las medidas para las diferentes variables de respuesta se construyó una base de datos en Microsoft Excel, con base en esta se calcularon los estadísticos descriptivos para cada especie, y con estos se elaboraron gráficos y cuadros pertinentes para efectos del presente estudio como se muestra a continuación.

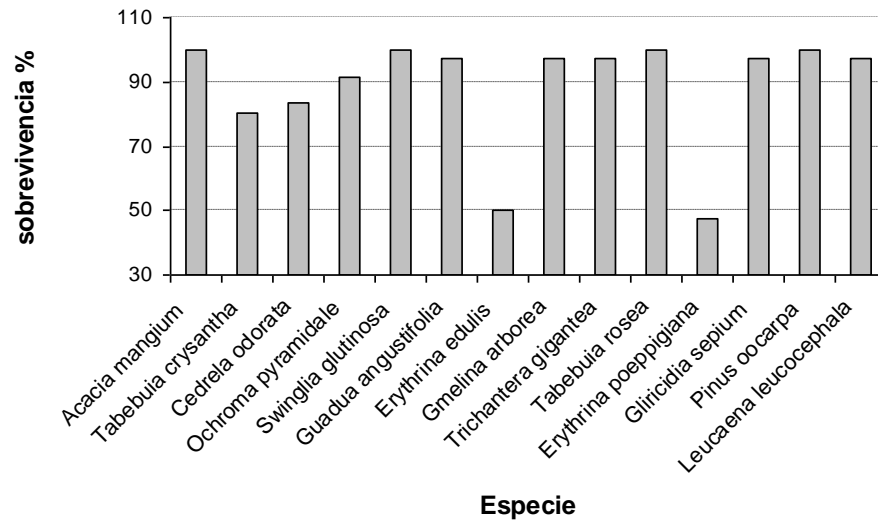
3.1 SOBREVIVENCIA

Como de observa en el cuadro 8, de las 14 especies evaluadas, 10 presentaron una sobrevivencia mayor al 90% dentro de las cuales se destacaron Acacia mangium (*Acacia mangium*), Suinglia (*Svinglia glutinosa*), Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), Pino ocarpa (*Pinus oocarpa*), Balso (*Ochroma pyramidale*), Guadua (*Guadua angustifolia*), Melina (*Gmelina arborea*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Es importante mencionar que las 4 primeras especies mencionadas presentaron una sobrevivencia del 100%. Por otra parte observamos que el Guayacán amarillo (*Tabebuia crysantha*) y el Cedro (*Cedrela odorata*) oscilan entre el 80 y el 90%, mientras que el Chachafruto (*Erythrina edulis*) y el Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) presentaron los valores más bajos de sobrevivencia con porcentajes menores al 55% este comportamiento se debe a que estas leguminosas son susceptibles a periodos de verano prolongado o debido al ataque de una plaga que altera su normal crecimiento y desarrollo (Ver Figura 12).

Cuadro 8. Sobrevivencia a los 45 días de 14 especies en el arboretum situado en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.

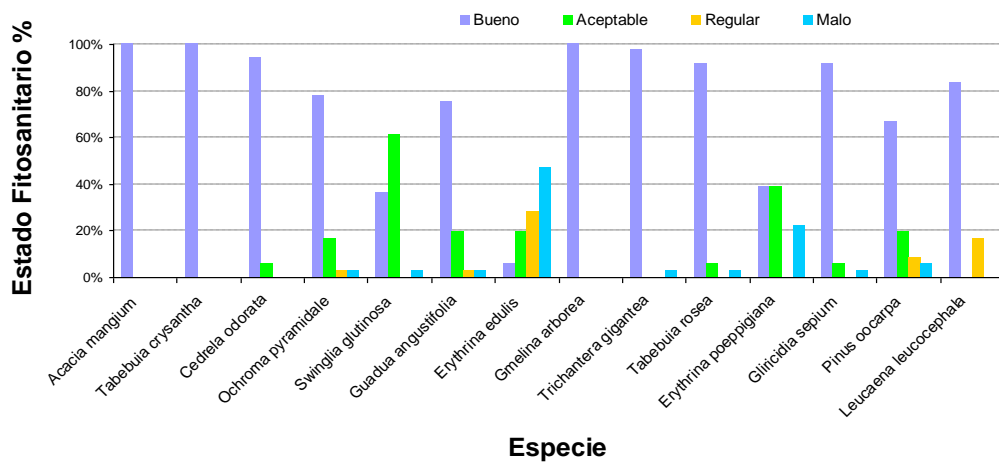
Nombre vulgar	Nombre científico	N° de plántulas iniciales	N° de plántulas sobrevivientes	% sobrevivencia
Acacia magium	<i>Acacia mangium</i>	36	36	100,00
Guayacán amarillo	<i>Tabebuia crysantha</i>	36	29	80,56
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	36	30	83,33
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	36	33	91,67
Suinglia	<i>Svinglia glutinosa</i>	36	36	100,00
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	36	35	97,22
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	36	18	50,00
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	36	35	97,22
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	36	35	97,22
Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>	36	36	100,00
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	36	17	47,22
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	36	35	97,22
Pino ocarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	36	36	100,00
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	36	35	97,22

Figura 12. Supervivencia a los 45 días para 14 especies forestales que integran el arboretum localizado en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.



3.2 ESTADO FITOSANITARIO

Figura 13. Estado fitosanitario a los 90 días para 14 especies que integran el arboretum localizado en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.



La figura 13, nos muestra que las especies más sanas fueron Acacia mangium (*Acacia mangium*), Guayacán amarillo (*Tabebuia cryantha*) y Melina (*Gmelina arborea*) ya que el 100% de sus individuos presentaron buen estado fitosanitario,

además la figura nos muestra la representatividad en porcentaje para cada especie, como es el caso del Chachafruto (*Erythrina edulis*) y Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) que obtuvieron un estado fitosanitario deficiente con un 47.2 y 22.2% respectivamente, y que el 50% de las especies reportan buenos estados por encima del 90%.

Se observó algunas especies afectadas por ataque ocasionado posiblemente por larvas y gusanos troceadores, por ejemplo algunos individuos de la especie *Erythrina edulis* presentan ataque de un barrenador de yema, ya que encontramos individuos con tallos barrenados y huevos de color blanco en su interior.

3.3 ALTURA A LOS 90 DIAS

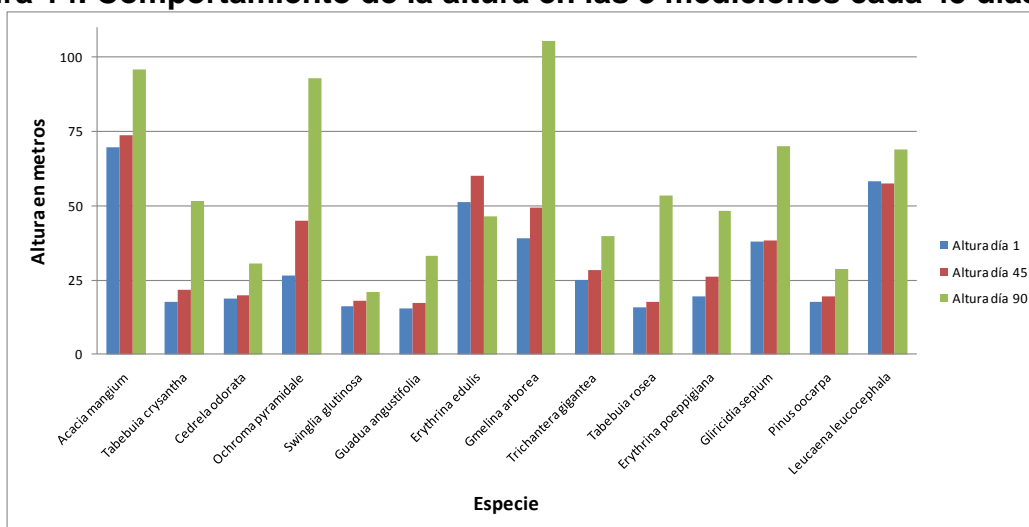
Cuadro 9. Altura alcanzada a los 90 días de seguimiento con mediciones cada 45 días.

Nombre científico	Total	Altura día 1		Altura día 45		Altura día 90	
		Reportaron medida	Promedio en metros	Reportaron medida	Promedio en metros	Reportaron medida	Promedio en metros
<i>Acacia magium</i>	16	16	0.70	16	0.74	16	0.96
<i>Tabebuia crysantha</i>	16	16	0.17	14	0.22	14	0.52
<i>Cedrela odorata</i>	16	16	0.19	15	0.20	15	0.30
<i>Ochroma pyramidale</i>	16	16	0.27	16	0.45	15	0.93
<i>Swinglia glutinosa</i>	16	16	0.16	16	0.18	15	0.21
<i>Guadua angustifolia</i>	16	16	0.15	16	0.17	14	0.33
<i>Erythrina edulis</i>	16	16	0.51	6	0.60	2	0.46
<i>Gmelina arborea</i>	16	16	0.39	16	0.50	16	1.05
<i>Trichantera gigantea</i>	16	16	0.25	16	0.28	15	0.40
<i>Tabebuia rosea</i>	16	16	0.16	14	0.17	14	0.53
<i>Erythrina poeppigiana</i>	16	16	0.19	6	0.26	6	0.48
<i>Gliricidia sepium</i>	16	16	0.38	15	0.38	14	0.70
<i>Pinus oocarpa</i>	16	16	0.18	16	0.19	14	0.29
<i>Leucaena leucocephala</i>	16	16	0.58	15	0.57	15	0.69

Según el cuadro 9, de las 14 especies evaluadas, 3 alcanzaron alturas por encima de los 0.75 metros a los 90 días, *Acacia mangium* (*Acacia mangium*), Balso (*Ochroma pyramidale*) y Melina (*Gmelina arborea*), el 50% de las especies no alcanzaron los 0.50 metros de altura y las especies Guayacán amarillo (*Tabebuia crysantha*), Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y *Leucaena leucocephala* alcanzaron valores entre 0.50 y 0.75 metros de altura. Es importante resaltar la diferencia de las alturas que tienen las especies Balso (*Ochroma pyramidale*) y Melina (*Gmelina arborea*) entre la altura tomada el primer día y la altura a los 90 días, siendo unas de las mas

significativas. Por otra parte la Suinglia (*Swinglia glutinosa*) es la única especie que no alcanza los 0.25 metros de altura en los 90 días como lo muestra en la figura 14 y que el Chachafruto (*Erythrina edulis*) no presenta un comportamiento normal debido a la ausencia de individuos que reportaran medida, acto que se le atribuye a la baja sobrevivencia que obtuvo la especie.

Figura 14. Comportamiento de la altura en las 3 mediciones cada 45 días.



3.4 INCREMENTO EN ALTURA

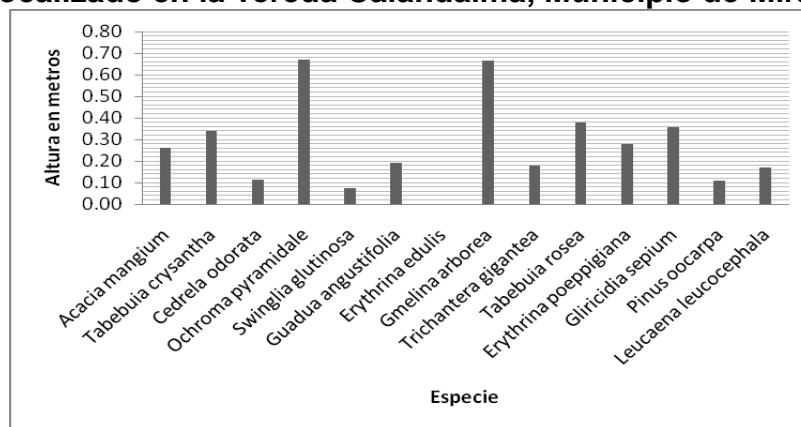
Cuadro 10. Incremento en altura a los 90 días de 14 especies que integran el arboretum localizado en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.

Nº	Nombre científico	Total	Reportaron medida	No reportaron medida	Incremento en altura (m)
1	<i>Acacia mangium</i>	16	16	0	0.26
2	<i>Tabebuia crisantha</i>	16	14	2	0.34
3	<i>Cedrela odorata</i>	16	15	1	0.12
4	<i>Ochroma pyramidale</i>	16	15	1	0.67
5	<i>Swinglia glutinosa</i>	16	11	5	0.07
6	<i>Guadua angustifolia</i>	16	14	2	0.19
7	<i>Erythrina edulis</i>	16	0	16	0.00
8	<i>Gmelina arborea</i>	16	16	0	0.67
9	<i>Trichantera gigantea</i>	16	13	3	0.18
10	<i>Tabebuia rosea</i>	16	14	2	0.38
11	<i>Erythrina poeppigiana</i>	16	6	10	0.28
12	<i>Gliricidia sepium</i>	16	13	3	0.36
13	<i>Pinus oocarpa</i>	16	14	2	0.11
14	<i>Leucaena leucocephala</i>	16	12	4	0.17

El cuadro 10 se muestra que las especies que registraron mejor incremento en altura en los primeros 90 días fueron el Balso (*Ochroma pyramidale*) y la Melina

(*Gmelina arborea*), que presentan incrementos de 0.669 y 0.666 metros respectivamente, seguidas por las especies *Acacia mangium* (*Acacia mangium*), Guayacán amarillo (*Tabebuia crysantha*), Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*), Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que presentan incrementos de altura promedio por encima de 0.2 metros. Obsérvese que las especies con incremento en altura menor de 0.2 metros fueron Cedro (*Cedrela odorata*), Suinglia (*Swinglia glutinosa*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Pino ocarpa (*Pinus oocarpa*) y *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*).

Figura 15. Incremento en altura a los 90 días de 14 especies que integran el arboretum localizado en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.



Además se puede observar que el Chachafruto (*Erythrina edulis*) no presentó incremento alguno en sus individuos (Ver figura 15), mientras que el 38% de los individuos de la especie Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) reportaron un incremento superior a 0.2 metros.

3.5 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO (3 MESES) DE UNA HECTÁREA PARA LAS CONDICIONES DE LA ZONA.

Los costos para el establecimiento de una hectárea con sistema de siembra al cuadrado y con una densidad de siembra de 1111 arboles/ha a una distancia de siembra 3x3 metros, en condiciones normales de la zona es de dos millones seiscientos setenta y cuatro mil ochocientos cincuenta y un mil pesos m/cte (\$ 2.674.851) y el mantenimiento de la hectárea durante los 3 primeros meses tiene un costo de setecientos setenta y tres mil setecientos cuarenta pesos m/cte (\$ 773.740). Para observar estos valores en forma detallada ver Anexo E y F. Además se presenta el plan de adquisiciones con base en el plan operativo y se discrimina en forma específica todos los suministros necesarios para desarrollar la

fase de establecimiento y mantenimiento (Ver Cuadro 11). Se presenta en forma resumida los costos reportados para el establecimiento del proyecto que comprende el establecimiento y mantenimiento de las 21 parcelas que componen el arboretum y una hectárea con una densidad de siembra de 1111 arboles/ha y distancia de siembra de 3x3 metros (Ver Cuadro 12).

Cuadro 11. Plan operativo, establecimiento y evaluación del proyecto.

CATEGORIA DE INVERSION	COSTO TOTAL \$	FUENTES DE FINANCIACION					
		CRC	%	ESTUDIANTE	%	UNICAUCA	%
1. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	197.677,91	197.678	2,47%		0,00%		0,00%
1.1 HERRAMIENTAS	197.677,91	197.678	2,47%		0,00%		0,00%
1.2 EQUIPOS			0,00%		0,00%		0,00%
2. VEHICULOS	-	0	0,00%		0,00%		0,00%
3. INSUMOS	2.956.782,61	2.956.783	36,96%		0,00%		0,00%
3.1 PLANTULAS	696.540,00		8,71%		0,00%		0,00%
3.2 FERTILIZANTES	330.000,00		4,13%		0,00%		0,00%
3.3 HIDRORETENEDOR	324.000,00		4,05%		0,00%		0,00%
3.4 CORRECTIVOS	85.800,00		1,07%		0,00%		0,00%
3.5 MICROELEMENTOS	46.200,00		0,58%		0,00%		0,00%
3.4 INSECTICIDAS	17.400,00		0,22%		0,00%		0,00%
3.5 POSTES Y PIE AMIGOS	654.900,00		8,19%		0,00%		0,00%
3.6 ALAMBRE DE PUJA	750.000,00		9,38%		0,00%		0,00%
3.7 GRAPAS	28.000,00		0,35%		0,00%		0,00%
3.8 TRANSPORTE DE INSUMOS	486.930,26		6,09%		0,00%		0,00%
4. SENSIBILIZACION	-	0	0,00%		0,00%		0,00%
5. MANO DE OBRA	3.321.975,00	3.321.975	41,52%		0,00%		0,00%
6. ASISTENCIA TECNICA	597.942,18		0,00%		0,00%	597.942,18	7,47%
7. GESTIÓN	925.622,00		0,00%	925.622,00	11,57%		0,00%
TOTAL	7.999.999,70	6.476.435,52	80,96%	925.622,00	11,57%	597.942,18	7,47%

Cuadro 12. Costos establecimiento y mantenimiento del proyecto

Costo establecimiento	4.730.032,51
Mantenimiento durante 3 meses	1.395.633,26
Aislamiento	982.558,98
Costos de gestión	891.774,98
Total establecimiento 1,5 has	7.999.999,7

Un factor importante dentro de esta investigación fue poder evaluar 14 parcelas con especies forestales diferentes, que presentan distintos ritmos de crecimiento, convirtiendo el proceso de evaluación en algo más dispendioso, razón por la cual la variable de crecimiento en altura se apoya en otras variables como el estado fitosanitario y sobrevivencia, que nos permitió determinar inicialmente que especies podrían adaptarse a las condiciones propias de la zona, de esto se puede inferir que las especies como *Tabebuia crysantha*, *Guadua angustifolia*, *Tabebuia rosea*, *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* y *Ochroma pyramidale*, son las especies que mejor se comportaron a las condiciones de suelo y clima que ofrece la zona de estudio, cabe resaltar que estas últimas tres especies son de

crecimiento rápido y de corta vida (Detlefsen et al, 2007) y no es sorprendente que las tasas de crecimiento sean tan elevadas, más aun cuando están dispuestas en la vega de terreno que para nuestro caso son los mejores suelos, además estas son las especies que presentaron los mejores rendimientos en las evaluaciones realizadas, por ende, estas especies son promisorias para el establecimiento de futuras plantaciones en la vereda Calandaima, Municipio de Miranda.

Por otra parte especies como *Cedrela odorata*, *Swinglia glutinosa*, *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium*, *Pinus oocarpa* y *Leucaena leucocephala* presentan un comportamiento medianamente bueno, ya que para algunas variables tienen buen comportamiento y para otras no, esto demuestra que están en proceso de adaptación para lo cual se recomienda hacer una evaluación por un tiempo aproximado de 5 años, que permitirá precisar cuál de estas especies presenta rendimientos favorables desde el punto de vista dasométrico y económico. Mientras que las especies como el Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) y Chachafruto (*Erythrina edulis*) manifiestan rendimientos deficientes en su desarrollo y crecimiento, teniendo en cuenta que con el estudio de suelos se determinó que la fertilidad natural del suelo es moderada y que además se aplicó nutrientes químicos para fortalecer las deficiencias que presenta el suelo, se puede inferir que la respuesta incompleta de estas especies puede ser explicada por las condiciones ambientales, un ejemplo claro de esta afirmación lo muestra la especie *Erythrina edulis* que se encuentra localizada en un sitio marginal para su desarrollo y adaptabilidad como lo muestra el Cuadro 1, en comparación con las condiciones que ofrece la zona, específicamente en lo que refiere a parámetros como altura y temperatura (Trujillo, 2009) requerida por la especie, además se pudo evidenciar el ataque de una larva en la yema terminal que barrena el tallo, en consecuencia se presenta un bajo porcentaje de sobrevivencia según la figura 12 y un mal estado fitosanitario de la especie como lo muestra la figura 13, lo cual permite concluir que dichas especies no se adaptaron a las condiciones que ofrece la zona.

Aunque la zona objeto de estudio se aisló para evitar intromisión de terceros, especies como *Ochroma pyramidale*, *Tabebuia caryantha* y *Cedrela odorata* se vieron afectadas por acciones humanas no programadas como la eliminación de plantas, esto hace que la especie afectada presente mala calificación como el caso del *Ochroma pyramidale* que es una de las especies que presenta el mejor incremento en altura con 0.67 metros, cuando se midió el porcentaje de sobrevivencia se tiene que está por debajo de especies como la *Guadua angustifolia*, *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* que son especies que presentan grandes deficiencias.

No se debe olvidar que la información suministrada se origina de una sola parcela (36 árboles) y que debido a los diseños de los arboretum, esto favorece las condiciones de iluminación y exposición solar (Urrego, 1989), las cuales no se tendrían en condiciones de plantación comercial, además el área ocupada por la parcela es pequeña y solo ofrece información puntual sobre el sitio que ocupa, por lo que se debe ser muy cuidadoso al hacer inferencias y extrapolaciones con los resultados.

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio se analizaron 14 especies forestales utilizando parámetros cualitativos y cuantitativos que permitieron determinar qué especies se pueden adaptar a las condiciones de suelo y clima propias de la vereda Calandaima, Municipio de Miranda, Departamento del Cauca.

Especies como el Chachafruto (*Erythrina edulis*) y Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) presentan bajo incremento en altura, porcentaje de sobrevivencia inferior al 50%, estado fitosanitario deficiente con 47.2 y 22.2% respectivamente, con lo cual se puede inferir que la respuesta de estas especies puede estar determinada por las condiciones ecológicas, con lo que se concluye que dichas especies no se adaptaron a las condiciones que ofrece la zona.

La especies Melina (*Gmelina arborea*) y el Balso (*Ochroma pyramidales*) son las de mejor respuesta en el arboretum, ya que presentan los más altos calificativos en especial en la variable de altura donde se evidencian incrementos de hasta 0.67 metros en los tres meses de evaluación, lo que las convierte en especies promisorias que se deberían seguir evaluando y de esta manera lograr establecer futuras plantaciones en la zona.

Los estudios de investigación infieren en el error por la interferencia de terceros, para el caso que nos ocupa la especie *Ochroma pyramidale* presenta el mejor incremento en altura con 0.67 metros, pero en la evaluación de la variable sobrevivencia se tiene que está por debajo de especies como la *Guadua angustifolia*, *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* que son especies que presentan grandes deficiencias, desafortunadamente no ha sido posible encontrar mecanismos para controlar estas intervenciones, pero con un seguimiento constante se puede dar explicación de las posibles causas que originan estos eventos no programados.

Teniendo en cuenta que determinar los costos de establecimiento y mantenimiento de una hectárea para las condiciones propias de la zona fue uno de los objetivos de esta investigación, se tiene que el establecimiento asciende a un valor de \$2.674.851 m/cte. y el mantenimiento de los tres primeros meses tiene un costo de \$773.740.

Las especies plantadas con una excelente sobrevivencia fueron la Acacia mangium (*Acacia mangium*), Suinglia (*Swinglia glutinosa*), Guayacán rosado

(*Tabebuia rosea*) y el Pino ocarpa (*Pinus oocarpa*) obteniendo un 100% de sobrevivencia.

La melina (*Gmelina arborea*) a pesar de estar fuera de su rango altitudinal (0-1000 m) presentó una de las mejores características en todos los parámetros evaluados, manifestándose de esta manera como una especie a tener en cuenta para futuras reforestaciones.

Se registraron diferencias en los incrementos en altura para cada una de las especies lo que se puede atribuir a la fisiología, ya que cada especie presenta un ritmo de crecimiento diferente.

El comportamiento en altura que presentó el arboretum en general, refleja un incremento mínimo durante los primeros 45 días, debido a la etapa de adaptación al sitio, mientras que los 45 días siguientes se observa un mejor comportamiento reflejado en la variable evaluada.

El comportamiento que presenta el Chachafruto (*Erythrina edulis*) es afectado por una larva (género probable *Hypsipyla*) que ataca la yema terminal la cual barrena el tallo, este ataque se origina por ser una especie rica en carbohidratos y proteínas.

5. RECOMENDACIONES

Al término de esta experiencia en la etapa de establecimiento y evaluación del arboretum en su fase inicial, se hace indispensable llevar a cabo una evaluación del comportamiento de las especies por un tiempo mínimo de 5 años, que se podría manejar en evaluaciones anuales, con registros mensuales de las variables (altura, DAP y estado fitosanitario) a cada parcela, que servirían como alternativa de trabajo de grado para estudiantes que muestren un interés en el tema observado.

Seguir implementando investigaciones con las cuales se pueda generar una base de datos de las especies que se adaptan a las condiciones medioambientales de la zona, y que esta se convierta en una herramienta metodológica, a la hora de establecer futuras reforestaciones.

Socializar el trabajo con la comunidad principalmente con las escuelas, colegios y líderes comunitarios con el fin de generar una conciencia ambiental que permita mostrar la importancia del componente forestal en sus vidas, que permita conservar y recuperar los bosques que se tienen, aportando así un grano de arena en la mitigación de los efectos del calentamiento global.

Seguir implementando este tipo de ensayos que permiten conocer más aspectos o tener información verídica acerca de que especies se adaptan a las condiciones de la zona, puesto que de esta forma se puede incentivar la reforestación en el Municipio de Miranda.

Realizar propagación de material vegetal de las especies que mejor se adaptaron, como lo son la Acacia (*Acacia mangium*), Balso (*Ochroma pyramidale*) y Melina (*Gmelina arborea*) a través de la implementación de un vivero que permita tener material vegetal destinado a programas de recuperación y conservación.

Socializar las investigaciones relacionadas en el arboretum que involucra especies nativas e introducidas, ya que estas van a ser útiles para que los diferentes actores de la comunidad, las conozcan e incentiven de este modo, la conservación y apropiación de las mismas.

Realizar estudios a largo plazo, basados en el desarrollo de los árboles y vincular a los ensayos material vegetal de diferentes procedencias de la misma especie.

Debido al incremento en altura (0.67metros), el buen estado fitosanitario y 97.2% de sobrevivencia que se ha obtenido con la especie melina (*Gmelina arborea*), se invita a tomar la iniciativa de establecer plantaciones piloto que permitan tomar decisiones en futuras reforestaciones ya sea con fines comerciales o de protección.

Disponer de un procedimiento que ilustre de forma clara la importancia de hacer un buen uso del arboretum, en busca de crear conciencia entre los visitantes, para que así las futuras generaciones puedan disfrutar de los beneficios que este proyecto trae consigo.

Determinar el potencial de cada especie evaluando variables dasométricas como DAP, altura total y comercial al igual que para el volumen con el fin de determinar que especies son las más favorables desde el punto de vista económico y ambiental.

Destinar un espacio para investigar qué otro tipo de plagas pueden atacar a las especies establecidas y buscar que tratamiento se les puede dar a las mismas y de esta forma implementar control sobre las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE CORINTO (C.) Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Corinto – Cauca, Año 2000.

ALCALDÍA DE MIRANDA. Esquema de Ordenamiento Territorial. Miranda (C.) 2002

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA, GRUPO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES COLOMBIANO. Análisis del Uso y Explotación de Materiales de Arrastre en la Cuenca del río Güengüé”. Popayán: CRC, 2000.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA, HIDROINGENIERIA LTDA, GEICOL LTDA. Evaluación de la demanda/oferta de agua de la microcuenca quebrada Las Cañas, subcuenca del río Desbaratado. Municipios de Puerto Tejada y Miranda. Popayán: CRC, 2001.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. Plan de Ordenación y Desarrollo de las cuencas de los ríos Bolo, Frayle y Desbaratado. Cali: CVC, 1977.

DETLEFSEN, Guillermo, *et al.* Establecimiento de Lineamientos Técnicos, Sociales y Económicos para el Desarrollo de Actividades de Agricultura Ecológica, Agroforestería y la Reforestación en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Informe de investigación final. Panamá: Fundación Natura, 2007.

LADRACH, William E. Crecimiento de las especies en el arboretum de Restrepo. Investigación forestal. No. 82. Cali: Smurfit Cartón de Colombia, 1983. 8 p.

ROJAS, Fredy Eduardo. Curso Centroamericano de Silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple. Costa Rica (C.R.): CATIE, 1989.

ROLDÁN PÉREZ, Gabriel; RAMÍREZ RESTREPO, John Jairo. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Universidad de Antioquia, 1992. Citado por ALCALDÍA DE MIRANDA. Esquema de Ordenamiento Territorial. Miranda (C.) 2002.


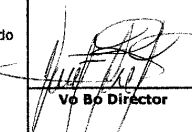
RUANO MARTÍNEZ, J. Rafael. Viveros forestales. 2ª ed. Madrid (Esp.): Mundi-Prensa, 2008 p. 151

TRUJILLO NAVARRETE, Enrique. Guía de reforestación: El semillero. 2ª ed. [En línea] disponible en <http://elsemillero.net/nuevo/index.php./inicio-guia-reforestacion.html>. [Citado febrero 18, 2010]

TSCHINKEL, Heinrich. La clasificación de sitios y el crecimiento del *Cupressus lusitanica* en Antioquía, Colombia. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía No. 27 p.3–30. (1972).



URREGO, J.B. Crecimiento de las especies de los arboretum de San José y Salinas, Cauca y Guachicona Valle al finalizar los cinco años. Informe de Investigacion No. 124. Cali: Smurfit Cartón de Colombia, 1989. p.4. [En línea] Disponible en <http://www.inafor.gob.ni:8080/arboretum/intro.html>. [Citado mayo 24, 2010]

Anexo A. Resultado del análisis del suelo 1.

 <p style="text-align: center;">Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca</p>		Nombre: Kirk Coba Finca: El recuerdo Tel / Fax: Vereda: Calandaima Municipio: Miranda Dpto: Cauca		DD MM AA Fecha entrada : 8 4 2010 Fecha salida : 20 4 2010 Material : Suelo Tipo de análisis : Completo + E. M																		
Parte baja																						
RESULTADOS DEL ANALISIS																						
Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2;5	N-total	M.O			P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000	1000-2000	2000-3000															
				(%)			(ppm)			(%)			(meq/100g)									
1	29112	0,2	6,40	0,2	3,60			4,9						22,00 14,40 0,21 0,85 37,46 0,38 1,3 4,7 26,8 2,4 0,6 0,7								
				M			F						A A C A B C F A B C B									
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN																						
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.																						
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION										OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES							Metodos de análisis					
Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/Ha					Textura: Franco Arcillo Arenoso Ligeramente Evidencia de cenizas volcanicas. RECOMENDACIÓN: Este cultivo en este suelo responde bien a la aplicación por sitio de 100 a 120 gr de Roca fosforica o Calfos. 20 a 25 dias despues e inmediatamente antes de la siembra suministrar por hueco 2 kg de Materia organica preferiblemente gallinaza bien seca y descompuesta, mas 20 gr de Urea. 30 dias despues adicionar por planta 50 gr de abono 10-30-10, mas 10 gr de Urea, mas 12 gr de Bórax. Esta aplicación se debe repetir al año de vida del cultivo aumentando el abono a 100 gr por planta, sin la aplicación del Borax. Durante los 2 primeros años de vida del cultivo suministrar cada 6 meses por árbol 50 gr de Urea.							Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcDNH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorcion Atomica y/o Azometri							
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO															
1	29112	Establecer cultivo de Eucalipto limon																				
										Consulte con su Ing. Agronomo Asesor							 Vo Bó Director					

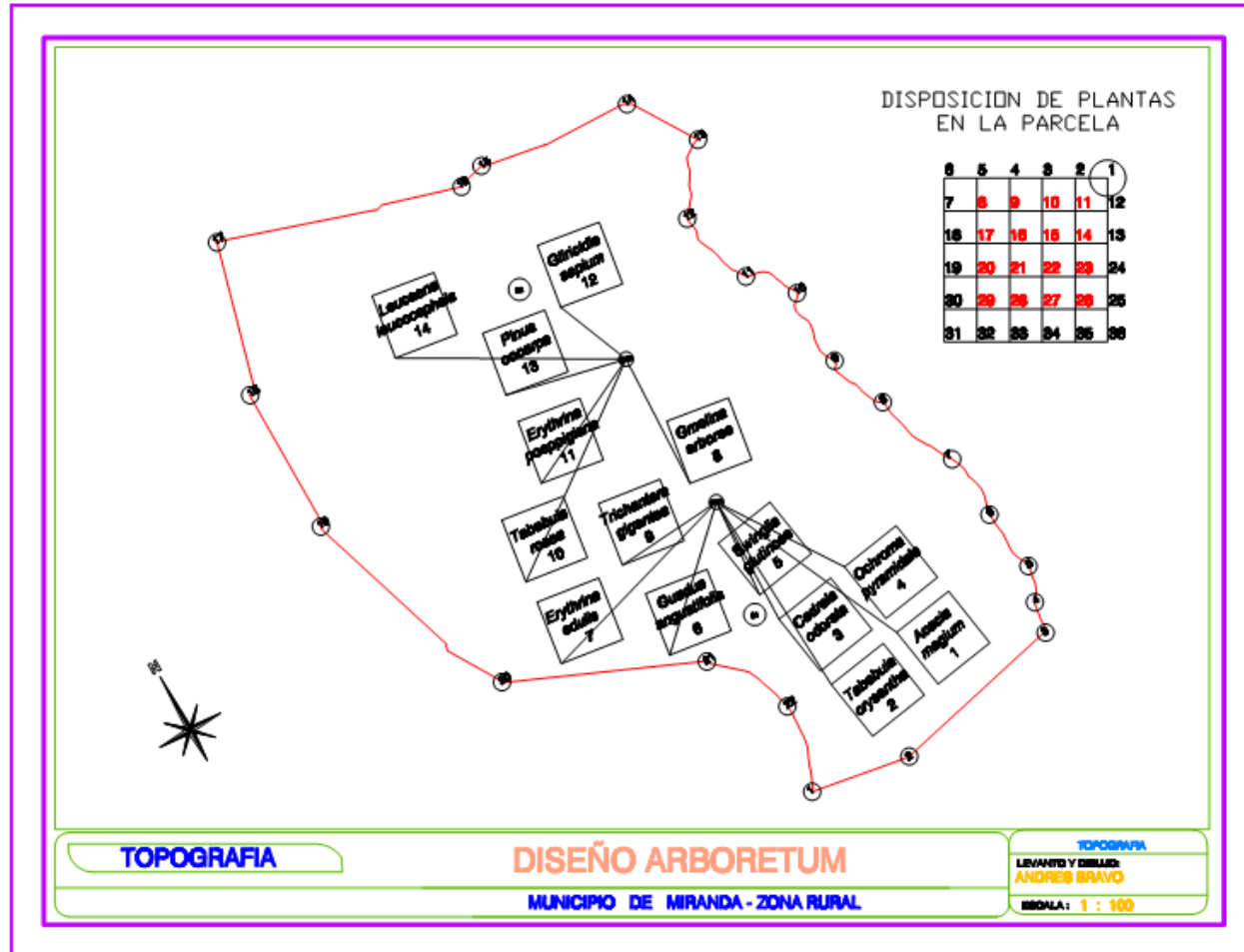
Cra 6 Calle 22 N Edificio OO.PP Departamentales
Tel: 8237893-8231043-8235535

Anexo B. Resultado del análisis del suelo 2

 Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca		Nombre: Kirk Coba Finca: El recuerdo Tel / Fax: Vereda: Calandaima Municipio: Miranda Dpto: Cauca		DD MM AA Fecha entrada : 8 4 2010 Fecha salida : 20 4 2010 Material : Suelo Tipo de análisis : Completo + E.M.																							
RESULTADOS DEL ANALISIS																											
Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2;5	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al (%)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	Na (meq/100g)	CICe	B (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)	Mo (ppm)					
					0-1000	1000-2000	2000-3000																				
2	29113	0,2	6,40	0,1	2,80		4,5				17,20	12,50	0,22	0,81	30,73	0,34	1,3	4,0	26,8	2,2	0,5	0,6					
			C	F	D		F				A	A	C	A		B	C	F	A	B	C	C					
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN																											
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino.																											
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION												OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES					Metodos de análisis										
Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/Ha																								
2	29113	Establecer Pino Ocarpa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Textura: Franco Arcillo Arenoso Ligeramente evidencias de cenizas volcanicas RECOMENDACIÓN: 20 a 25 días antes de la siembra o trasplante adicionar por hoyo 100 a 120 gr de Roca fosforica o Calfos. Inmediatamente antes de la siembra aplicar por sitio 2,5 kg de Abono organico preferiblemente gallinaza bien seca y descompuesta mas 25 gr de Urea. Un mes despues agregar por planta 55 a 60 gr de abono 10-30-10 mas 15 gr de Urea, mas 15 gr de Bórax. Aumentar el abono a 120 gr por planta sin el Bórax, repetir esta aplicación al año de vida de la plantación. Durante los primeros 2 años, es de gran ayuda suministrar al cultivo cada 6 meses 60 gr de Urea. Cada año suministrar por árbol 110 gr de Roca fosforica o Calfos. Lo anterior durante los primeros 3 años de vida. Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.										Acidez Intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorcion Atomica y/o Azometi									
																						 Vo/Bo Director					

Carrera 6 Calle 22N Edificio OO.PP Departamentales
 Tel: 8237893-8231043-8235535

Anexo C. Plano georeferenciación de las 14 parcelas que componen el arboretum



Anexo D. Formato de recolección de datos

Nombre del sitio:

Fecha: _____ Coordinadas: _____

Colector _____ Anotador: _____

N Árbol	Altura (cm)	Estado Fitosanitario	Observaciones
8			
9			
10			
11			
14			
15			
16			
17			
20			
21			
22			
23			
26			
27			
28			
29			

Para efectos del presente estudio:

- Altura: altura de cada árbol expresado en cm
- Estado fitosanitario: para determinar el estado se determino la siguiente nomenclatura **1 bueno, 2 aceptable, 3 regular y 4 malo**
- Observaciones: estas se harán de forma descriptiva

Anexo E. Costos establecimiento de una hectárea para las condiciones de la zona

SISTEMA:	ARBORETUM			
CORPORACIÓN / AAU:	UNIVERSIDAD DEL CAUCA			
NOMBRE DEL PROYECTO:	PROYECTO CRC RIO DESBARATADO			
DISEÑO DE PLANTACION:		Cuadro	x	Tresbolillo
1. Distancias de Siembra (mts)	3m	3	Costo Unitario \$	
2. Número de Plántulas por Ha		1111	380	
3. Porcentaje de reposición %		0.1	380	
4. Cant Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK (10-30-10)	78	2500	
5. Cant Hidroretenedor / Ha (Kgr.)		4.4	48000	
6. Cant Correctivos / Ha (Kgr.)	CALFOS	88.9	650	
7. Cant Microelementos / Ha (Kg.)	BORO	11.1	2800	
8. Cant Insecticida / Ha (Kg)	Atta-Kill	10	14500	
9. Costo por Jornal		64	25000	
10. Herramientas (6% de la MO)		0.06		
11. Trans Insumos (18% de Insumos)		0.18		
12. Asis Técnica (12% costos directo)		0.12		
Costos proyectados en pesos de 2010			METAS TOTALES	1 Ha
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total/Ha (\$)
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1. MANO DE OBRA				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	10	25,000	250,000
Trazado	Jornal	1	25,000	25,000
Plateo	Jornal	7	25,000	175,000
Ahoyado	Jornal	7	25,000	175,000
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	3	25,000	75,000
Transporte interno de insumos	Jornal	2	25,000	50,000
Plantación (siembra)	Jornal	6	25,000	150,000
Control fitosanitario	Jornal	3	25,000	75,000
Reposición (Replante)	Jornal	1	25,000	25,000
Limpia	Jornal	0	25,000	0
Podas de formación	Jornal	0	25,000	0
Adecuación de caminos	Jornal	0	25,000	0
Protección de incendios	Jornal	2	25,000	50,000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		64		1,050,000
1.2. INSUMOS				
Plántulas	Plántula	1222.2	380	464,436
Fertilizantes	Kgr.	78	2,500	195,000
Hidroretenedor	Kgr.	4.4	48,000	211,200
Correctivos	Kgr.	88.9	650	57,785
Microelementos	Kgr.	11.1	2,800	31,080
Insecticidas	Kgr.	10	14,500	145,000
SUBTOTAL INSUMOS				1,104,501
TOTAL COSTOS DIRECTOS				2,154,501
2. COSTOS INDIRECTOS				
Herramientas				63,000
Transp. Insumos				198,810
Asistencia técnica				258,540
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				520,350
TOTAL COSTO ESTABLECIMIENTO				2,674,851

Anexo F. Costos de mantenimiento de una hectárea para las condiciones de la zona

SISTEMA:	ARBORETUM			
CORPORACIÓN / AAU:	UNIVERSIDAD DEL CAUCA			
NOMBRE DEL PROYECTO:	PROYECTO CRC RIO DESBARATADO			
DISEÑO DE PLANTACION:			Costo Unitario \$	
1. Cant Fertilizantes / Ha (Kgr.)	NPK (10-30-10)	70	2500	
2. Cant Correctivos / Ha (Kgr.)		0	0	
3. Cant Microelementos / Ha (Kg.)	BORAX	10	2800	
4. Cant Insecticida / Ha (Kg.)	Atta-kill	10	29000	
5. Costo por jornal		21	25000	
6. Herramientas (6% de la MO)		0.06		
7. Trans Insumos (18% de Insumos)		0.18		
8. Asist Técnica (12% cos directos)		0.12		
<i>Costos proyectados en pesos de 2010</i>			METAS TOTALES	1 Ha
CATEGORIA DE INVERSIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1. MANO DE OBRA				
Rocería (Preparación de terreno)	Jornal	0	25,000	0
Trazado	Jornal	0	25,000	0
Plateo	Jornal	0	25,000	0
Ahoyado	Jornal	0	25,000	0
Aplicación de fertilizantes y correctivos	Jornal	4	25,000	100,000
Transporte interno de insumos	Jornal	0	25,000	0
Plantación (siembra)	Jornal	0	25,000	0
Control fitosanitario	Jornal	1	25,000	25,000
Reposición (Replante)	Jornal	0	25,000	0
limpias	Jornal	10	25,000	250,000
Podas de formación	Jornal	0	25,000	0
Adecuación de caminos	Jornal	0	25,000	0
Protección de incendios	Jornal	0	25,000	0
SUBTOTAL MANO DE OBRA		15		375,000
1.2. INSUMOS				
Plántulas (10% reposicion)	Plántulas	0	380	0
Fertilizantes	Kgr.	78	2,500	195,000
Hidroretenedor	Kgr.	0	48,000	0
Correctivos	Kgr.	0	650	0
Microelementos	Kgr.	11	2,800	30,800
Insecticidas	Kgr.	2	14,500	29,000
SUBTOTAL INSUMOS				254,800
TOTAL COSTOS DIRECTOS				629,800
2. COSTOS INDIRECTOS				
Herramientas				22,500
Transp. Insumos				45,864
Asistencia técnica				75,576
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				143,940
TOTAL MANTENIMIENTO DURANTE 3 MESES				773,740