

**APOYO EN LAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES DE
ESPECIES NATIVAS PROVENIENTES DE FUENTES SEMILLERAS LOCALES
EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DEL CAUCA**



FABIO JOSÉ SALAZAR DORADO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA, INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2010**

**APOYO EN LAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES DE
ESPECIES NATIVAS PROVENIENTES DE FUENTES SEMILLERAS LOCALES
EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA
REGIONAL DEL CAUCA**



FABIO JOSÉ SALAZAR DORADO

**TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PRACTICA EMPRESARIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

Director

**JUAN CARLOS VILLALBA MALAVER
ING. FORESTAL**

Asesor externo

**LUIS CARLOS MONTOYA CÁRDENAS
ING. FORESTAL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA, INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2010**

Nota de aceptación:

El director y los jurados han revisado este documento, han escuchado la sustentación del mismo por el autor y lo encuentran satisfactorio.

JUAN CARLOS VILLALBA MALAVER
Director

JOSÉ FRANCO ALVIS GORDO
Jurado

ROMÁN OSPINA
Jurado

Popayán, Noviembre de 2010

DEDICATORIA

A mis padres Lucia Dorado Mesa y José Rafael Salazar por impulsarme a realizar este logro, convirtiéndome en una persona útil para la sociedad, a Diana Isabel Trujillo por enseñarme con sus palabras de aliento que lo que uno comienza siempre debe terminarlo y por ese enorme apoyo que siempre recibí de ella. A mis familiares, por ser parte importante en el desarrollo de mi vida y a todas las personas especiales que contribuyeron en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	14
1.1 LA SEMILLA	14
1.1.1 Tratamientos pregerminativos	14
1.1.1.1 Escarificación	14
1.1.1.2 Agua hirviendo	15
1.1.2 Producción de semillas	15
1.1.3 Cosecha de semillas	15
1.1.3.1 Época de cosecha	15
1.1.3.2 Métodos de cosecha	16
1.1.4 Manejo de la semilla	16
1.1.5 Almacenamiento	16
1.1.5.1 Métodos de almacenamiento	17
1.1.6 El concepto del mejoramiento	17
1.1.7 Calidad de la semilla y su procedencia	18
1.1.8 Elección de áreas de colecta	18
1.1.9 Clasificación actual de las fuentes semilleras forestales	18
1.1.9.1 Huertos semilleros (HS)	18
1.1.9.2 Rodales Semilleros (RS)	19
1.1.9.3 Fuentes seleccionadas (FS)	19
1.1.9.3 Fuentes identificadas (FI)	19
1.1.9.4 Árbol semillero (AS)	19
1.1.10 Calidad física de la semilla	19
1.1.10.1 Prueba de pureza	19
1.1.10.2 Prueba de contenido de humedad	20
1.1.10.3 Prueba de peso	20
1.1.10.4 Prueba de germinación	20
1.1.10.5 Prueba de viabilidad	20
1.1.10.6 Prueba de sanidad	21
1.1.10.7 Valor real	21
1.2 ALISO	21
1.2.1 Características generales	22
1.2.2 Extensión natural	22
1.2.3 Semilla	22
1.2.4 Interacción biológica	23
1.2.5 Turno y crecimiento	23
1.2.6 Volumen	23

	pág.
1.3 FOSA DE COMPOST VEGETAL	23
1.3.1 Definición	23
1.3.2 Propiedades de compost vegetal	24
1.3.3 Materias primas para el compostaje vegetal	24
1.3.4 Factores influyentes para elaborar el compost vegetal	24
1.3.4.1 Temperatura	24
1.3.4.2 Humedad	24
1.3.4.3 PH	24
1.3.4.4 El oxígeno	24
1.3.4.5 La población microbiana	25
1.3.5 Producción del compost vegetal	25
2. METODOLOGÍA	26
2.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLAS DE 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA	26
2.1.1 Recolección de semillas	26
2.1.2 Obtención de la muestra de semillas	27
2.1.3 Realización del análisis	28
2.1.3.1 Prueba de pureza	28
2.1.3.2 Prueba de peso	29
2.1.3.3 Prueba del contenido de humedad	29
2.1.3.4 Prueba de viabilidad	30
2.1.3.5 Prueba de germinación	30
2.1.3.6 Valor real	30
2.1.3 Análisis de los datos	30
2.2 REALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (<i>Alnus acuminata</i>)	31
2.2.1 Etapa de planificación	31
2.2.1.1 Actividades de diseño del inventario	31
2.2.2 Etapa de campo	31
2.2.2.1 Labores de campo	31
2.2.3 Etapa de post campo	33
2.2.3.1 Labores de oficina	33
2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA DE COMPOST VEGETAL EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA (C.R.C)	34
2.3.1 Etapa de planificacion	34
2.3.2 Etapa de campo	34
2.3.2.1 Construcción de la fosa	34
2.3.2 Etapa de post campo	39
2.4 LABORES COMPLEMENTARIAS REALIZADAS EN LA PASANTÍA EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA	39

	pág.
2.4.1 Banco de micorrizas de Pino y Aliso	39
2.4.2 Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta de Vivero Forestal La Florida	39
2.4.3 Rescate de material vegetal de bosque natural en el Departamento del Cauca	40
3. RESULTADOS	41
3.1 ANÁLISIS CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA	41
3.1.1 Cucharo via Totoro	41
3.1.2 Cucharo La Rejoya	42
3.1.3 Guayacán amarillo	43
3.1.4 Guayacán rosado	44
3.1.5 Pino colombiano	45
3.1.6 Roble Pisoje ALto	46
3.1.7 Roble La Rejoya	47
3.2 INVENTARIO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (<i>Alnus acuminata</i>)	51
3.3 FOSA DE COMPOST VEGETAL EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA	53
3.4 LABORES COMPLEMENTARIAS REALIZADAS EN LA PASANTÍA EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA	54
3.4.1 Banco de micorrizas	54
3.4.2 Establecimiento de una barrera multiespecie	54
3.4.3 Rescate de material vegetal	55
3.4.3.1 Por semillas	55
3.4.3.2 Plantines	55
3.4.3.3 Estacas	56
4. CONCLUSIONES	57
5. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	62

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Listado de las especies forestales nativas analizadas	26
Cuadro 2. Fecha de recolección de las semillas y de inicio del análisis de calidad	27
Cuadro 3. Georeferenciación del punto BM en el rodal de Aliso	32
Cuadro 4. Georeferenciación del centro de la parcela 1	32
Cuadro 5. Georeferenciación del centro de la parcela 2	33
Cuadro 6. Análisis de calidad de las semillas de 5 especies forestales nativas	48
Cuadro 7. Análisis dendrométrico del rodal de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	52
Cuadro 8. No de árboles que se deben extraer del rodal semillero de Aliso	52
Cuadro 9. Análisis del Incremento Medio Anual (IMA) del rodal semillero de Aliso	53

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tratamiento pregerminativo, escarificación de la semilla de Roble (<i>Quercus Humboldtii</i>)	14
Figura 2. Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	22
Figura 3. Recolección de semillas de Pino colombiano	27
Figura 4. Conteo de la muestra de 2500 semillas para el análisis de calidad	28
Figura 5. Prueba de pureza realizada al Roble	28
Figura 6. Prueba de peso realizada al Roble	29
Figura 7. Balanza de humedad utilizada para la obtención del contenido de humedad de las semillas	29
Figura 8. Bandeja utilizada para la prueba de germinación en laboratorio	30
Figura 9. Características generales del rodal semillero de Aliso	31
Figura 10. Levantamiento de la información de las parcelas en el rodal semillero de Aliso	32
Figura 11. Levantamiento de la información de las parcelas en el rodal semillero de Aliso	33
Figura 12. Dimensiones que presenta el lugar de la fosa compost en el Vivero Forestal La Florida	34
Figura 13. Limpia de cualquier desperdicio o basura en el sitio de la fosa de compost vegetal	35
Figura 14. Construcción de la barrera 1 para el área de manejo en la fosa de compost vegetal	35
Figura 15. Construcción de la barrera 2 para el área de descargue en la fosa de compost vegetal	36
Figura 16. Forrado del suelo de la fosa de compost vegetal	36

	pág.
Figura 17. Construcción del techo de la fosa de compost vegetal	37
Figura 18. Instalación de las guaduas recortadas para templar el plástico del techo de la sección de manejo de la fosa de compost vegetal	37
Figura 19. Aseguramiento del plástico del techo de la fosa de compost vegetal	38
Figura 20. Construcción de la zanja de desagüé alrededor de la fosa de compost vegetal	38
Figura 21. Banco de micorrizas de Pino y Aliso	39
Figura 22. Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta del Vivero Forestal La Florida	40
Figuras 23. Rescate de material vegetal por lo diferentes veredas y municipios del Departamento del Cauca	40
Figura 24. Germinación del Cucharó en laboratorio	42
Figura 25. Germinación del Cucharó en laboratorio	43
Figura 26. Germinación del Guayacán amarillo en laboratorio	44
Figura 27. Germinación del Guayacán rosado en laboratorio	45
Figura 28. Germinación del Pino colombiano en laboratorio	46
Figura 29. Germinación del Roble en laboratorio	47
Figura 30. Germinación del Roble en laboratorio	48
Figura 31. Comparación del porcentaje de pureza de las fuentes locales con fuentes nacionales utilizadas por el Vivero Forestal La Florida	49
Figura 32. Comparación del porcentaje de germinación de las fuentes locales con fuentes nacionales	50
Figura 33. Comparación del porcentaje de semillas vivas por Kg de las fuentes locales con fuentes nacionales	50
Figura 34. Inventario del rodal semillero de Aliso	51

	pág.
Figura 35. Banco de micorrizas	54
Figura 36. Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta del Vivero La Florida	54
Figura 37. Recolección de semillas de Roble en el bosque natural	55
Figura 38. Recolección de plantines en el bosque natural con la mano	56
Figura 39. Recolección por estacas en el bosque natural	56

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Formato para el análisis de calidad	64
Anexo B Inventario forestal de rodal semillero de aliso	66
Anexo C Manual para la fosa de compost de Vivero Forestal La Florida	69

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial independientemente del hábitat en que se trabaje, la propagación por semillas tiene varios inconvenientes debido a la delicada evolución de las mismas, la cual incluye demasiados cuidados para lograr un óptimo desarrollo en cualquier especie. Por esta razón es necesario contar con fuentes semilleras identificadas o seleccionadas, árboles semilleros, rodales semilleros, entre otros, que nos permitan tener una confiabilidad sobre la semilla cosechada, garantizándose así una buena germinación en vivero. Por lo cual la cosecha de semillas requiere una planificación muy detallada, debido a que su manejo influye directamente en su calidad física (poder germinativo) y su procedencia se manifiesta en especial en su calidad genética que depende de la buena elección de árboles o fuentes de cosecha (Trujillo Navarrete, 1999).

Debido a lo anterior hay entidades en Colombia que han optado por utilizar semilla con cierto proceso de mejoramiento genético, pero su precio es muy alto e influye en el costo de la planta en vivero. En el Vivero Forestal La Florida existe una gran demanda por especies nativas para la reforestación en diversos proyectos regionales del Departamento del Cauca, siendo un vivero forestal de gran importancia para la producción de plántulas nativas. El 40% de los árboles producidos en el vivero es de especies nativas, muchas de ellas propias del departamento, para su propagación se recurre a distribuidores locales, permitiéndose la conservación del germoplasma local y bajos costos en su producción en el vivero.¹

El trabajo que se apoyó con la Corporación Autónoma Regional del Cauca en el Vivero Forestal La Florida, donde se realizó el análisis físico a las semillas de 5 especies forestales nativas de fuentes locales manejadas en el vivero y también se realizó el inventario de seguimiento y monitoreo para el manejo del rodal semillero de Aliso (*Alnus acuminata*) en la vereda La Cabrera municipio de Popayán y por último se construyó una fosa de compost con su respectivo manual de manejo en el Vivero Forestal La Florida, con lo cual se mostro que tan necesario se hace conocer sobre la procedencia y manejo de las de semillas de especies forestales nativas para obtener una mayor producción, satisfaciendo los requerimientos de los programas de La Corporación Autónoma Regional del Cauca y los diferentes clientes externos.

¹ ENTREVISTA con MONTOYA, Luis Carlos. Ingeniero Forestal. Coordinador del Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 7 septiembre de 2009

1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

1.1 LA SEMILLA

La formación de las semillas es esencial para la supervivencia de la mayoría de las especies vegetales. En la reproducción sexual, la flor es el órgano que da origen a las semillas, de las cuales nacerán las nuevas plantas, por eso es indispensable saber cómo se comporta una semilla para poder manejarla y conocer su poder germinativo (Sánchez de Lorenzo, 2001).

La multiplicación por semilla tiene el inconveniente de que no se obtienen plantas exactamente iguales a la planta madre, ya que es el resultado de la combinación de genes del padre y de la madre y es probable que la descendencia no conserve las características que nos interesan de su progenie (INFOJARDÍN, 2008).

1.1.1 Tratamientos pregerminativos. Muchos árboles y arbustos necesitan algún tipo de tratamiento previo para romper la latencia de la semilla y posibilitar así la germinación. Se habla de siembra directa, cuando la semilla no precisa ninguno de estos tratamientos (INFOJARDÍN, 2008). Los tratamientos utilizados son: escarificación, agua hirviendo entre otros, donde se rompe la latencia del embrión, acelerando el proceso de germinación, cuando es necesario.

Figura 1. Tratamiento pregerminativo, escarificación de la semilla de Roble



1.1.1.1 Escarificación. Este tratamiento consiste en rajar o erosionar la capa externa de las semillas. El letargo de algunas semillas se debe a que poseen una

capa externa impermeable, y no germinarán hasta que esta capa se vea alterada (INFOJARDÍN, 2008) (ver figura 1).

1.1.1.2 Agua hirviendo. Introducir en agua en ebullición y luego en agua fría. Consiste en sumergir las semillas en agua hirviendo seguida de una inmersión en agua helada de manera que provoque un choque térmico. Después se dejan las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Se practica en pocas especies (INFOJARDÍN, 2008).

1.1.2 Producción de semillas. La producción de semillas debe ser abundante y de calidad conveniente, para ello se prefieren a árboles maduros que hayan dado ya cosechas. Al seleccionar el árbol es necesario cerciorarse que tenga una buena capacidad para producir semillas, ya que muchos de ellos, por diversos factores nunca lo hacen (Trujillo, 2005).

1.1.3 Cosecha de semillas. Es imprescindible, que en una campaña de colecta de semillas, se tengan localizados los pies madres que nos proporcionarán esas semillas, así como las fechas de maduración de las mismas, de cara a elaborar un calendario de colectas y no ir a ciegas. Cada especie suele madurar sus semillas en una época determinada del año, con ligeras variaciones en función de las condiciones climáticas de cada año y con ciertas diferencias dependiendo de las zonas geográficas. Para proceder a la colecta de la semilla, primero hay que cerciorarse de que ya está madura, para ello existen varias formas. Con la práctica, es suficiente en ocasiones conocer su color para poder determinar el grado de madurez de una semilla, pero para no equivocarnos, podemos proceder a seccionar un fruto y observar el estado de las semillas en su interior, o aplastarlo con los dedos y detectar su grado de dureza en el caso de pequeños frutos de textura blanda (Sánchez de Lorenzo, 2001).

1.1.3.1 Época de cosecha. Para aquellas semillas que se deben cosechar cuando los frutos están maduros, la época de colecta comprende el espacio de tiempo entre la maduración y la diseminación de las semillas. Este periodo de tiempo varía significativamente con la especie, pues mientras algunos frutos permanecen cerrados en el árbol durante mucho tiempo, otros se abren o caen inmediatamente después de la maduración. Algunos frutos que permanecen bastante tiempo en el árbol son apetecidos por los pájaros, por lo que de no ser recogidos en su momento, pueden llegar a desaparecer. La época de diseminación de las semillas es igualmente característica de cada especie, unas lo hacen inmediatamente después de la maduración, mientras que otras lo retrasan hasta la llegada del frío o las estaciones lluviosas (Sánchez de Lorenzo, 2001).

1.1.3.2 Métodos de cosecha. La cosecha de las semillas puede hacerse desde el suelo o subiendo al árbol para recoger los frutos. Lo más frecuente, excepto en árboles de gran talla, donde se requieren sistemas más complicados y caros, como una grúa con plataforma, brazos articulados, etc., es que los frutos se recojan a mano, normalmente ayudándose de algún instrumento como tijeras de mano, tijeras telescópicas, etc., y directamente desde el suelo o ayudándose de una pequeña escalera. En el caso de especies con frutos lo suficientemente grandes y que no abran y diseminen sus semillas antes de caer al suelo, éstos pueden ser recogidos directamente lo antes posible evitándose que descompongan o sean atacados por insectos (Sánchez de Lorenzo, 2001).

1.1.4 Manejo de la semilla. El manejo y la producción de árboles en vivero, son importantes por el hecho de constituir la base de trabajo para proyectos que impliquen el uso de material vegetal como principal componente y en especial cuando se pretende la implementación de un vivero con objetivos económicos. La actividad de recolección, termina con el transporte de los frutos a su lugar de manejo. El paso siguiente es la obtención de semilla y su aislamiento para almacenaje o siembra en el vivero (Trujillo, 1999).

1.1.5 Almacenamiento. Es la conservación de la semilla viva, desde la época de recolección hasta cuando se requiere para su siembra. Las semillas se deben conservar en las condiciones que mejor protejan su capacidad germinativa, entre el periodo de recolección y la fecha de siembra (Martínez y Sandoval, 2008). Una vez la semilla esté limpia, es probable que aún no sea la época adecuada de siembra, entonces suele almacenarse hasta el momento oportuno.

Este almacenaje debe reunir unas condiciones de humedad y temperatura adecuadas para que la semilla no sufra daños y conserve al máximo su poder germinativo. El mejor almacenaje se logra en lugares secos y fríos, y la temperatura y humedad dependerán del tipo de semillas a almacenar, pues hay semillas que a humedades por debajo del 30-40 % sufren daños y otras son capaces de tolerar una humedad del 5 %. Otro de los problemas del almacenamiento, son los daños producidos por hongos, insectos y roedores. Para evitar estos ataques hay que recurrir, además del almacenamiento en lugares poco propicios para el desarrollo de éstos, a los tratamientos con fungicidas e insecticidas. Un buen almacenaje se consigue en frascos que cierren lo más herméticamente posible guardados en lugares secos y frescos. Existen semillas con cubiertas duras e impermeables que no tienen muchos requerimientos para su almacenaje, como es el caso de las leguminosas. En algunas ocasiones es conveniente dejar la semilla dentro del fruto hasta el momento de su siembra, ya que en su interior se conservan en buenas condiciones (Sánchez de Lorenzo Cáceres, 2001).

1.1.5.1 Métodos de almacenamiento. Depende de la especie y del tiempo en que se debe conservar las semillas. Ellos son: almacenamiento en seco y almacenamiento húmedo.

- **Almacenamiento seco.** Exige un control de la temperatura y de la humedad para evitar intercambios con el medio, ya que al bajar la temperatura las semillas aumentan su longevidad y disminuyen su respiración (INFOJARDÍN, 2008).

- **Almacenamiento húmedo.** Las semillas con corta viabilidad exigen altos porcentajes de humedad para su conservación, por ello se le debe exponer a corrientes de agua o estratificación en arena húmeda (INFOJARDÍN, 2008).

1.1.6 El concepto del mejoramiento. Al igual que el resto de organismos vivos, y de una forma simple, se puede afirmar que los árboles también se rigen por las leyes de la herencia, de hecho árboles deformes, suprimidos, susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, con seguridad transmiten estas características a su descendencia a través de la semilla, lo que ocasiona plantaciones improductivas. Por el contrario, la semilla de los mejores árboles es la más indicada para el establecimiento de nuevas plantaciones, dado que a través de ella se aseguran los mejores resultados en términos económicos, sociales y ecológicos, dada la naturaleza de la reforestación. Pero la tecnología que se requiere para desarrollar un huerto semillero implica partir del conocimiento de las especies, lo que normalmente se da luego de realizar ensayos para evaluar sus grados de adaptación a un lugar determinado, algo así como la domesticación de la especie para valorar posteriormente las diferentes procedencias, entendiendo por procedencia el lugar geográfico de donde provienen las semillas (Trujillo, 2005).

Con esta información se inicia el establecimiento de los huertos semilleros, que no son más que unas plantaciones de los mejores árboles, los cuales han sido cuidadosamente seleccionados entre varios y diversos sitios, evaluando y eligiendo los mejores individuos, los que presentan el mayor desarrollo y las características deseables. Vale señalar que en general, estos procesos de mejoramiento genético son de largo plazo, costosos y requieren formación especializada, razón por la cual no es frecuente encontrar huertos semilleros; de hecho son las empresas reforestadoras que requieren optimizar los rendimientos de la madera por unidad de área, las que están en capacidad de establecerlos y sostenerlos. Una iniciativa particular para establecer un huerto semillero con el único fin de vender sus semillas no es viable económicamente. El costo de éste no se puede sostener por el valor de la semilla dado que las inversiones que lo

desarrollan sólo se justifican por la mayor productividad que generen las plantaciones, sin embargo la venta de semillas provenientes de un huerto semillero ayuda a mitigar los costos de su establecimiento y manejo (Trujillo, 2005).

1.1.7 Calidad de la semilla y su procedencia. La procedencia de la semilla está dada por el área geográfica dentro del rango de distribución natural de la especie, esta se refiere a un área geográfica limitada donde crecen los árboles progenitores. La procedencia puede ser nativa (en cuyo caso coincide con el origen) o introducida (procedencia derivada). Cuando se transfiere semilla entre zonas o países, lo que cambia en cada caso es la procedencia mientras que el origen sigue siendo el mismo.

El comportamiento de la plantación está correlacionado con las características ecológicas del sitio de origen de las semillas en donde inicialmente crece la especie; como el tipo de suelo, la cantidad y distribución de las lluvias y temperaturas entre otros factores, en cruce con las del sitio reforestado: suelos y clima. Pero cuando estas condiciones no se tienen en cuenta, aumentan las posibilidades de que la plantación no se adapte al sitio seleccionado. Actualmente, en Colombia, se tienen identificadas fuentes semilleras de especies con alta demanda para proyectos de reforestación comercial, entre ellas: Teca, Aliso, Roble y Nogal (Trujillo, 2005).

1.1.8 Elección de áreas de colecta. La selección de los árboles padres de los cuales se van a obtener los frutos y semillas, tiene una incidencia particular, ya que su acierto depende de la garantía de los mejores caracteres de los descendientes, en lo referente a la calidad genética; muchas de las características fenotípicas (caracteres externos), son altamente heredables, por tanto si se obtiene semillas de árboles, con formas indeseables, sus hijos progenies pueden tener características similares o iguales.

1.1.9 Clasificación actual de las fuentes semilleras forestales. De acuerdo con (Trujillo, 2005) la Clasificación actual de las fuentes semilleras forestales en Colombia es:

1.1.9.1 Huertos semilleros (HS). En general un huerto semillero es una plantación de árboles que han sido seleccionados intensivamente con base en ciertas características de importancia, aislada o manejada, para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores, siendo manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección.

1.1.9.2 Rodales Semilleros (RS). Los rodales pueden ser plantados o naturales, aislados o manejados para reducir en ellos la contaminación de polen de árboles inferiores, practicándoles también aclareos de mejoramiento con el fin de dejar entre 75 y 200 árboles por hectárea, con características fenotípicas apropiadas. El rodal semillero debe tener una base genética amplia conformada por individuos que provengan de varios padres o fuentes distintas no emparentadas, lo que significa que plantaciones originadas con semilla de unos pocos árboles deben ser descartadas.

1.1.9.3 Fuentes seleccionadas (FS). Estas son fuentes que no cumplen con uno o varios de los requisitos establecidos para los rodales semilleros, principalmente porque presentan problemas de aislamiento, contienen menos de 75 árboles aceptables por hectárea o aún no han sido sometidos a los aclareos.

1.1.9.3 Fuentes identificadas (FI). Las fuentes identificadas son grupos de árboles que por su baja densidad, por ocupar poca área o porque no contienen el número suficiente de árboles aceptables por hectárea, no clasifican dentro de la categoría anterior, pero deben utilizarse temporalmente ante la ausencia de otras fuentes más avanzadas.

1.1.9.4 Árbol semillero (AS). Un árbol semillero o deseable, es aquel que muestra un buen vigor, tiene fuste recto y ramas finas entre otras características y tiene una capacidad alta de producir semillas.

1.1.10 Calidad física de la semilla. La información confiable sobre la calidad de la semilla es de gran importancia para operaciones como: la planeación de la recolección, almacenamiento y siembra, por tanto se necesitan métodos confiables y estandarizados que garanticen resultados uniformes y acertados. En el análisis de semillas las pruebas mínimas incluyen porcentaje de pureza, contenido de humedad, peso de semilla y porcentaje de germinación.

1.1.10.1 Prueba de pureza. La pureza se indica en porcentaje reflejando la mezcla de semillas puras con otras especies y materiales inertes. Se debe proceder a determinar la composición de la muestra por el peso, incluyendo impurezas tales como malezas, partículas de hojas, ramas, entre otras, por eso el análisis de pureza es el primero que se debe realizar (Rodríguez y Nieto, 1999). La pureza se calcula en porcentaje, por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DE PUREZA} = (\text{Peso de Semilla Pura} / \text{Peso Total de la Muestra}) \times 100$$

La semilla pura se refiere a la de la especie en consideración, estando madura y no dañada. El material inerte o impurezas se refieren a estructuras derivadas de las semillas (alas, lanas, etc), piedras, hojas, ramas, entre otras (Poulsen, 1999).

1.1.10.2 Prueba de contenido de humedad. El contenido de humedad determina la actividad biológica y fisiológica de la semilla, siendo un factor crucial en el almacenamiento y manejo de la semilla (Rodríguez y Nieto, 1999).

Existen dos métodos principales para medir la humedad de las semillas los métodos directos, en donde se elimina el agua y se cuantifica la cantidad, y el método indirecto donde se utilizan parámetros eléctricos (Poulsen, 1999).

1.1.10.3 Prueba de peso. Este análisis permite el cálculo del número de semillas por Kg, lo cual es una información muy importante en las operaciones del vivero y para determinar el rendimiento de las plantas, además el peso de la semilla está directamente relacionado con el tamaño y calidad de la semilla (Poulsen, 1999).

El método esta dado por el peso de ocho repeticiones de 100 semillas al azar, al cual se le determinará el coeficiente de variación permitiendo establecer que tan diferentes se encuentran las semillas en cuanto a su tamaño (Poulsen, 1999).

1.1.10.4 Prueba de germinación. Esta prueba es un método fisiológico que permite evaluar el vigor de la semilla, con base en su capacidad y energía germinativa bajo condiciones favorables y desfavorables (Días y Romero, 2009).

Esta prueba según ISTA, se debe realizar sobre la muestra semilla pura. Normalmente consiste en 4 replicas de 100 semillas al azar y dependiendo del tamaño de la semilla se debe subdividir en 8 replicas de 25 semillas (Poulsen, 1999).

1.1.10.5 Prueba de viabilidad. Esta prueba trata de comprobar la capacidad potencial que tiene la semilla para germinar bajo condiciones favorables. Utilizándose la prueba de precisión de tretrazolio que nos permite una forma fácil y confiable de comprobar la viabilidad de la semilla, donde se escogen semillas puras a las que se les hace un corte longitudinal sobre el costado dorsal del fruto para extraer el embrión el cual se sumerge en una solución acuosa de tretrazolio esperando que se tiñan los órganos de mayor metabolismo como el embrión y sus cotiledones (Victoria *et al*, 2006).

1.1.10.6 Prueba de sanidad. La sanidad de la semilla se refiere principalmente a la ausencia o presencia de organismos causantes de enfermedades, tales como hongos, bacterias, virus, insectos o gusanos.

El objetivo de esta prueba es determinar el estado de sanidad de un lote de semillas. La prueba de sanidad es importante por las siguientes razones; La semilla puede dar origen a un desarrollo progresivo de enfermedad en el vivero o en el campo y reducir el valor comercial del cultivo. Las pruebas de sanidad de semillas pueden explicar la evaluación de las plántulas y las causas de pobre germinación o crecimiento en el campo.

1.1.10.7 Valor real. Es un cálculo indicativo de la cantidad teórica de semillas vivas de un lote determinado. La fórmula se ideó, con el fin de establecer la calidad de la semilla en función de la pureza y la germinación, se expresa con la siguiente fórmula (Poulsen, 1999):

$$\text{Valor real} = \frac{\% \text{ Pureza} \times \% \text{ Germinacion}}{100}$$

Este resultado se interpreta como el porcentaje de semillas vivas por kg que se pueden obtener de un lote determinado.

1.2 ALISO

El aliso es considerado una especie pionera en áreas devastadas, es rustico de rápido crecimiento y se lo encuentra frecuentemente en las zonas húmedas, usualmente se lo plantan con fines de recuperación del suelo, Es una especie de vida media, de tamaño variable con alturas hasta de 30 m y diámetro de 50 cm; excepcionalmente puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro. Tiene fuste recto, con aletones pobremente desarrollados, y es cónico cuando crece sin competencia. (Ospina *et al*, 2005).

FAMILIA. BETULÁCEAE

Nombre científico. *Alnus acuminata*

Nombres comunes. Aliso de acero, aliso de cerro, aliso de río, aliso montano, entre otras.

Figura 2. Aliso (*Alnus acuminata*)



1.2.1 Características generales. Es una especie de vida media, de tamaño variable con alturas hasta de 30 m y diámetro de 50 cm; excepcionalmente puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro. Tiene fuste recto, con aletones pobremente desarrollados y es cónico cuando crece sin competencia. La corteza es de color grisáceo, a veces plateado, con lenticelas amarillas, ovales y circulares dispuestas horizontalmente a lo largo del fuste. La copa es irregular y generalmente es angosta. Presenta un tronco cilíndrico ligeramente ovalado, una corteza lisa o sutilmente rugosa, una copa angosta y piramidal cuando se encuentra en plantaciones. Tiene hojas simples alternas, florece normalmente desde los 8 a 10 años, las flores masculinas y femeninas aparecen en amentos diferentes en la misma rama y los frutos son elípticos a obovado (Ospina *et al*, 2005) (ver figura 2).

1.2.2 Extensión natural. Especie originaria de México y Centroamérica. Se extiende desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina y los Andes de Perú y Bolivia. Se ha introducido con éxito en el sur de Chile y en Nueva Zelanda.

1.2.3 Semilla. La semilla se produce frecuente y abundantemente, es fácil de recolectar. Los conos deben cosecharse de árboles maduros, cuando aún están cerrados y la punta del fruto cambia de verde a amarillo o marrón. Se recolectan escalando al árbol y cortando las ramillas pequeñas con muchos frutos. Si los conos se dejan madurar, y abren en el árbol la mayoría de las semillas se perderán con el viento. Los frutos se extienden al sol por ocho horas para abrir los conos. La semilla se puede separar utilizando tamices. Cada kilogramo contiene en promedio 2.1 millones de semillas. Son recalcitrantes, pierden su viabilidad de 1 a 2 meses sin un almacenamiento especial. En contenedores sellados a una temperatura de 3 a 5 ° centígrados pueden mantenerse por hasta 6 meses. La

tasa inicial de germinación es del 50-70%, la cual baja rápidamente en pocos meses incluso con un almacenamiento correcto. Por ello es muy importante sembrar la semilla en el menor tiempo posible después de recolectarla (Ospina *et al*, 2005).

1.2.4 Interacción biológica. Forma asociaciones con micorrizas, de una forma asociada a la raíz de tal modo que permiten una mejor circulación de los nutrientes de la tierra a la planta (Ospina *et al*, 2005).

1.2.5 Turno y crecimiento. Puede crecer hasta 2 m por año en plantaciones bajo condiciones ideales y alcanzar 25 m en altura y 20 cm DAP en 10 años. Una plantación bajo un ciclo de corta de 20 años produce típicamente de 10- 20 m³/ha/año de madera para aserrío y leña. La producción final de trozas es de 250 a 300 m³/ha (más postes, leña y desechos de raleos) (Ospina *et al*, 2005).

1.2.6 Volumen. El volumen es la medida que demuestra la capacidad de producción en que se encuentra la plantación, esta medida va a estar en función de diámetro a la altura del pecho y la altura árbol según también sea la especie, debido a las diferentes formas de troncos que hay por árboles. El volumen por árbol puede estar expresado en metros cúbicos, pies cúbicos, pies tablares u otras unidades (Rojas, 1986). Para la obtención del volumen por árbol es posible utilizar la fórmula para determinar el volumen de un cilindro; $v. cilindro = \pi/4 \times (d^2 \times h)$. Al ser calculado por este método, el volumen es sobrestimado, debido a que la forma del árbol se asemeja más a la de un cono, por ello para una mayor precisión en el valor calculado, éste debe ser afectado por un factor de corrección llamado factor de forma o coeficiente mórfoico, en el caso del aliso es de 0,546 (Ospina *et al*, 2005). Así, el volumen con corteza para aliso puede calcularse a través de la siguiente fórmula:

$$V_{cc} = \pi/4 * ((d^2 * h) \times 0,546)$$

Como podemos ver es muy sencillo establecer el comportamiento de una plantación determinando solo el volumen, permitiendo analizar el crecimiento de los árboles y el comportamiento de los mismos en el área de estudio.

1.3 FOSA DE COMPOST VEGETAL

1.3.1 Definición. El compostaje es el proceso biológico aeróbico y se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo, mediante el cual los

microorganismos actúan sobre la materia biodegradándola rápidamente (restos de material vegetal), descomponiéndola y permitiendo obtener "el compost" (López M, 2002).

1.3.2 Propiedades de compost vegetal. El compost vegetal presenta diversas propiedades actuando como nutriente para el suelo y mejorando su estructura, propiedades físicas del suelo, propiedades químicas y la actividad biológica del suelo. En general el compost vegetal es un componente que mejora la estructura del suelo, mitiga la erosión, eleva la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (INFOAGRO, 2009).

1.3.3 Materias primas para el compostaje vegetal. Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, entre otros, serán las materias primas que se utilizarán para esta fosa de compost.

1.3.4 Factores influyentes para elaborar el compost vegetal. Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición, se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación (INFOAGRO, 2009).

1.3.4.1 Temperatura. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35 a 55° centígrados para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas (INFOAGRO, 2009).

1.3.4.2 Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (INFOAGRO, 2009).

1.3.4.3 PH. Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH en el rango de 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (PH= 6-7,5) (INFOAGRO, 2009).

1.3.4.4 El oxígeno. Es esencial ya que el compostaje es un proceso aeróbico. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad,

frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (INFOAGRO, 2009).

1.3.4.5 La población microbiana. Es el factor más responsable en la elaboración del compostaje dado que actúan como agentes descomponedores y reguladores de la materia orgánica, siendo una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes descomponiendo el material vegetal (INFOAGRO, 2009).

1.3.5 Producción del compost vegetal. El compostaje en montón es la técnica más conocida y se basa en la construcción de una pila formada por las diferentes materias primas, la cual se va a realizar para esta fosa de compost y donde es importante, realizar una mezcla correcta, determinar la ubicación de la composta y establecer el manejo a realizar (INFOAGRO, 2009).

2. METODOLOGÍA

2.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLAS DE 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

Para el análisis realizado se tuvo en cuenta la metodología establecida por la *International Seed Testing Association* (ISTA), ya que son las normas internacionales adoptadas por Colombia para estos tipos de ensayos, sin embargo las especies nativas no están contempladas en las normas ISTA por lo que es necesario ajustar las normas para estas especies (Días y Romero, 2009). Las 5 especies escogidas para el análisis se determinaron debido al alto porcentaje de producción dentro del vivero y a la disponibilidad de las semillas en la época de realización del análisis (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de las especies forestales nativas analizadas

No	Nombre vulgar	Nombre científico	Procedencia
1	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	Municipio de Popayán, finca de la Universidad del Cauca vereda La Rejoya
2	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	Municipio de Popayán, vía a Totoro
3	Guayacán amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Municipio de Popayán, Parque Mosquera
4	Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>	Municipio de Popayán, Colegio Campestre Americano
5	Pino colombiano	<i>Retrophyllum rospigliosi</i>	Municipio de Popayán, vereda Gonzales Vivero Forestal La Florida
6	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	Municipio de Popayán, vereda Pisoje Alto
7	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	Municipio de Popayán, finca de la Universidad del Cauca vereda La Rejoya

2.1.1 Recolección de semillas. Se realizó la labor de cosechar las semillas de las fuentes locales identificadas, las cuales son manejadas en el Vivero Forestal la Florida. Para la recolección de las semillas se tuvo en cuenta el tiempo de cosecha de las fuentes y las herramientas para colectarla. Se utilizaron instrumentos como desjarretadora, vara larga con gancho, escalera, estopas, baldes, entre otros, que permitieron obtener las semillas de las fuentes, para hacerles el respectivo análisis de calidad (ver figura 3).

Figura 3. Recolección de semillas de Pino colombiano



La fecha de recolección de cada especie determinó que tan viable podría encontrarse la semilla al momento que se realizó el análisis de calidad (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Fecha de recolección de las semillas y de inicio del análisis de calidad de las especies forestales nativas

Especie	Fecha de cosecha	Fecha de inicio del análisis
<i>Myrsine guianensis</i> vía Totoró	8 de abril de 2010	13 de abril de 2010
<i>Myrsine guianensis</i> La Rejota	15 de abril de 2010	19 de abril de 2010
<i>Tabebuia chrysantha</i>	16 de marzo de 2010	12 de abril de 2010
<i>Tabebuia rosea</i>	25 de abril de 2010	3 de mayo de 2010
<i>Retrophyllum rospigliosi</i>	22 de abril de 2010	27 de abril de 2010
<i>Quercus humboldtii</i> La Rejota	14 de abril de 2010	19 de abril de 2010
<i>Quercus humboldtii</i> Pisoje Alto	4 de abril de 2010	13 de abril de 2010

2.1.2 Obtención de la muestra de semillas. Por cada especie se tomó una muestra de 2500 semillas para realizar el análisis calidad a excepción del Roble y el Pino colombiano, debido a que estas semillas presentan un tamaño considerable y por lo tanto su cantidad fue menor, contándose 1000 semillas para cada uno(ver figura 4).

Figura 4. Conteo de la muestra de 2500 semillas para el análisis de calidad



2.1.3 Realización del análisis. Después del conteo de las semillas para cada especie se realizaron las diferentes pruebas. Dichas ensayos se hicieron en el laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Para realizar todo el proceso de análisis se utilizó un formato adaptado de las normas ISTA llamado registro de análisis de laboratorio, donde se escribieron todos los resultados arrojados de pureza, peso, contenido de humedad, viabilidad de la semilla y porcentaje de germinación.

2.1.3.1 Prueba de pureza. Se realizó la prueba de pureza la cual consistió en pesar las 2500 semillas seleccionadas y pesar el material inerte obtenido durante la selección de las semillas en la balanza analítica (ver figura 5), luego de haber determinado estos valores se procedió a remplazarlo en la fórmula de pureza y así obtener el porcentaje de pureza de la semilla.

Figura 5. Prueba de pureza realizada al Roble



2.1.3.2 Prueba de peso. Se realizó la prueba de peso para cada especie, la cual consistió en tomar ocho repeticiones de las semillas escogidas, el número de las repeticiones sería determinado según el tamaño de la semilla (ver figura 6). Se pesó cada repetición en la balanza analítica, posteriormente se obtuvo la varianza y consecutivamente la desviación estándar y por último el coeficiente de variación.

Figura 6. Prueba de peso realizada al Roble



2.1.3.3 Prueba del contenido de humedad. Se determinó el contenido de humedad de las semillas con la balanza de humedad del laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca (ver figura 7). Tomándose una muestra de semillas de 2 gramos por especie.

Figura 7. Balanza de humedad utilizada para la obtención del contenido de humedad de las semillas



2.1.3.4 Prueba de viabilidad. Se determinó la viabilidad de las semillas, utilizando un producto químico llamado tetrazolio, el número de semillas que se manipularon estaba determinado por el tamaño de la semilla, a las cuales se les extrajo el embrión, se colocaron en una caja de Petris y se les agregó el tetrazolio, dejándolas 24 horas sumergidas, la viabilidad se analizó según el grado de coloración que presentara el embrión.

2.1.3.5 Prueba de germinación. Se llevó a cabo solo en el laboratorio, tomándose cuatro replicas de semillas iguales de la muestra por cada especie, el número de replicas estaba determinado según el tamaño de la semilla dado por el espacio que ocuparían, ya que se sembraron en moldes de aluminio de dimensiones 60 cm por 40 cm, a los cuales se les colocó como sustrato 1 o 2 capas de servilletas de cocina y con una aguja se perforó la parte inferior de la bandeja para la circulación del agua. Posteriormente se colocaron las semillas en el sustrato donde se les agregó agua y por último se taparon con bolsas de basura. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Morfología y Fisiología Vegetal y Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

Figura 8. Bandeja utilizada para la prueba de germinación en laboratorio



2.1.3.6 Valor real. Para calcular este valor, se tomó el porcentaje de pureza y el porcentaje de germinación y se reemplazó en la fórmula de valor real.

2.1.3 Análisis de los datos. Se digitalizaron los datos inscritos en el formato de registro de análisis de calidad, en el programa de Microsoft Excel, obteniéndose el coeficiente de variación y se ordenaron los mejores datos por especie en una tabla, para posteriormente comparar los resultados con las fuentes nacionales que el Vivero Forestal La Florida maneja.

2.2 REALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (*Alnus acuminata*)

2.2.1 Etapa de planificación. Se revisaron los documentos bibliográficos que ofrecieron una mejor idea del procedimiento que se debía efectuar para la realización del inventario de monitoreo y seguimiento del rodal semillero, por otro lado se realizó un previo asesoramiento de los operarios e ingenieros en el Vivero Forestal La Florida para la realización técnica del inventario, determinando las mejores características como dap, altura, fuste, entre otros, construyéndose así el formato para el inventario.

Figura 9. Características generales del rodal semillero de Aliso



2.2.1.1 Actividades de diseño del inventario. Se investigó el tamaño del área del rodal (5000 m²) y la distancia de siembra entre árbol (3 m por 3 m). Luego se definió hacer 2 parcelas circulares para el estudio del rodal, con un área de 491 m² para cada parcela, con un radio de 12.5 m para su estructuración y con una intensidad de muestreo del 19.64%. Por último se determinó el inicio del inventario amarrándolo a un Bm por fuera del rodal para poder ubicar las parcelas.

2.2.2 Etapa de campo. Se reconoció el rodal semillero y se procedió a realizar el inventario que reflejó la situación como se encuentra el rodal en cuanto a su volumen y crecimiento. Para esto se caracterizó cada árbol fenotípicamente según su fuste, altura y dap, consiguiéndose identificar los mejores ejemplares del rodal.

2.2.2.1 Labores de campo. Se efectuó un desplazamiento a la vereda Pisoje Alto, hacienda La Cabrera municipio de Popayán, donde se realizó el inventario de

seguimiento y monitoreo para el rodal de Aliso, el cual se encontraba ubicado a una altura de 2300 msnm y de propiedad del señor Andrés Cerón. Al llegar al rodal se tomó un punto de referencia (Bm) el cual se georreferenció (ver cuadro 3), para localizar el punto de inicio del inventario, posteriormente se midió respecto al punto (Bm) 15 metros hacia dentro del rodal con un azimut de 180° de la norte. Luego desde los 15 metros medidos hacia adentro del rodal se midió 12,5m con el mismo azimut para establecer el centro de la parcela 1, el cual se georreferenció (ver cuadro 4).

Cuadro 3. Georeferenciación del punto BM en el rodal de Aliso

Punto	Coordenadas Geográficas	Coordenadas planas	Altitud (msnm)
BM	75°71'31" N	1061512 E	2393

Cuadro 4. Georeferenciación del centro de la parcela 1

Punto	Coordenadas Geográficas	Coordenadas planas	Altitud (msnm)
Centro de la par. 1	75°71'03"	1061538	2403

Después de georreferenciar el centro de la parcela 1, se comenzó el levantamiento de la información, se tomó una cuerda de 12.5 metros de largo y se amarró desde el centro de la parcela 1 haciéndose un barrido en dirección de las manecillas del reloj dibujando una circunferencia de 491 m², donde se registro el diámetro a la altura del pecho, altura del árbol y estado del árbol, para cada árbol que se encontraba dentro de la parcela No 1.

Figura 10. Levantamiento de la información de las parcelas en el rodal semillero de Aliso



Posteriormente se procedió a establecer la parcela 2, tomando como referencia el centro de la parcela 1 y midiendo 30 metros al centro de la segunda parcela con un azimut de 228° y se estableció el centro de la parcela 2 y se georreferenció (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Georreferenciación del centro de la parcela 2

Punto	Coordenadas Geográficas	Coordenadas planas	Altitud (msnm)
Centro de la par. 2	75°71'47"	1061560	2407

Una vez georreferenciado el centro de la parcela 2 se comenzó hacer el inventario con el mismo protocolo de la parcela 1.

Figura 11. Levantamiento de la información de las parcelas en el rodal semillero de Aliso



2.2.3 Etapa de post campo. Se tomaron los datos extraídos para realizarle los respectivos análisis estadísticos, que permitieron analizar y describir como se estaba desarrollando y comportando el crecimiento de rodal, haciendo posible el establecimiento de los lineamientos para el manejo del mismo.

2.2.3.1 Labores de oficina. Se digitalizaron los datos en el programa de Microsoft Excel por parcela, donde a cada parcela se le halló el volumen y el área basal y se determinó el diámetro promedio, la altura promedio, área basal y volumen, además de hallar el número de árboles con buena forma, la densidad de árboles y el volumen por hectárea para muestra levantada.

Finalmente se analizaron los resultados por medio del cálculo del porcentaje de árboles que podrían extraerse en la entresaca y el incremento medio anual, que indicó la variabilidad del crecimiento de los árboles durante los 5 años y medio de edad del rodal.

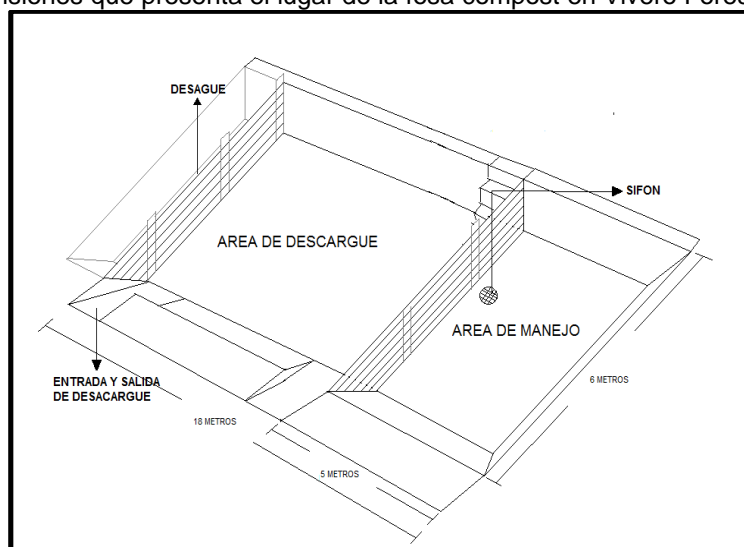
2.3 CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA DE COMPOST VEGETAL EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA (C.R.C)

2.3.1 Etapa de pre campo. Se revisaron documentos bibliográficos que brindaron una capacitación sobre la construcción y el manejo de la fosa de compost, donde se utilizó herramientas básicas para los diferentes procedimientos que se deben seguir para producir el compost y también se hizo un previo asesoramiento de los operarios e ingenieros en el Vivero Forestal La Florida para la realización del compostaje.

2.3.2 Etapa de campo. Para la construcción de la fosa primero se ubicó un sitio estratégico de fácil acceso, para el descargue del material vegetal destinado a la producción del compost.

2.3.2.1 Construcción de la fosa. La fosa está construida en un estanque de 18 metros de largo por 6 metros de ancho por 0,7 metros de alto, en los primeros 5 metros se establece el banco de compost vegetal de manejo (ver figura 12), en cual está diseñado de la siguiente manera:

Figura 12. Dimensiones que presenta el lugar de la fosa compost en Vivero Forestal La Florida



Primero se llevó a cabo un previo mantenimiento del sitio, realizando una limpia de cualquier desperdicio, basura o plantas no deseadas, luego se aplicó un pre-emergente y un herbicida para evitar cualquier rebrote de las mismas como lo muestra la figura 13.

Figura 13. Limpia de cualquier desperdicio o basura en el sitio de la fosa de compost vegetal



Se construyó una barrera en guadua para encerrar el lugar de manejo donde se produciría el compost vegetal orgánico como lo muestra la figura 14.

Figura 14. Construcción de la barrera 1 para el área de manejo en la fosa de compost vegetal



Posteriormente se construyó una segunda barrera para encerrar el sitio de descargue de malezas o materiales inertes vegetales que se manejarían y se mezclarían, para luego ser seleccionados y pasarlos a la sección de manejo como lo muestra la figura 15.

Figura 15. Construcción de la barrera 2 para el área de descargue en la fosa de compost vegetal



Para impedir la mezcla de compost con otros elementos en el área de manejo, se forró con un plástico la parte de la superficie de la fosa de tal modo que se impidiera el contacto directo con el suelo y el agua que corre en la superficie producida por las aguas lluvias o subterráneas, como lo muestra la figura 16.

Figura 16. Forrado del suelo de la fosa de compost vegetal



Para la construcción del techo del área de manejo, se enterraron cinco postes, los cuales sirven de sostén para los tres paralelos que sostienen el techo que permitieron atravesar las guaduas recortadas en forma de arco a lo ancho de la fosa como se observa en la figura 17.

Figura 17. Construcción del techo de la fosa de compost vegetal



Colocadas y aseguradas las guaduas recortadas, se procedió a poner y templar el plástico en el techo, como lo muestra la figura 18.

Figura 18. Instalación de las guaduas recortadas para templar el plástico del techo de la sección de manejo de la fosa de compost vegetal



Para templar el plástico se enrolló en una guadua recortada al lado y lado de la parte larga del plástico, para asegurar mejor el techo siendo resistente a las ráfagas de aire. Consecutivamente se procedió a asegurar con grapas alrededor de las guaduas recortadas el plástico, formándose una parabólica que permitió tapar la sección de manejo completamente como lo muestra la figura 19.

Figura 19. Aseguramiento del plástico del techo de la fosa de compost vegetal



La fosa se construyó en una pendiente del 10%, donde además se diseñó y elaboró una zanja de desagüe alrededor, con el fin de favorecer el escurrimiento del agua, impidiendo el estancamiento y las aglomeraciones de pozos dentro de esta, permitiendo mayor facilidad en su manejo como lo muestra la figura 20.

Figura 20. Construcción de la zanja de desagüe alrededor de la fosa de compost vegetal



2.3.2 Etapa de post campo. Se procedió a realizar un manual de compost de la fosa, describiéndose todo el proceso que se efectuó para su construcción, también se detalló los factores influyentes para la obtención del compost y algunas recomendaciones para su funcionamiento dentro de las actividades diarias en el Vivero Forestal La Florida.

2.4 LABORES COMPLEMENTARIAS REALIZADAS EN LA PASANTÍA EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

Las labores realizadas en el Vivero Forestal La Florida durante la pasantía fueron: Apoyo en el cargue y descargue de material vegetal que se recibía y se entregaba en el vivero, colaboración en la micorrización y fertilización de las eras de trasplante de Pino y Aliso, se ayudó en el arreglo de herramientas indispensables para las actividades del vivero, se colaboró en la atención de visitas técnicas al vivero de instituciones, delegaciones entre otras.

2.4.1 Banco de micorrizas de Pino y Aliso. Este banco se elaboró de 4 metros de ancho por 4 metros de largo por 0.5 metros de alto, donde se establecieron 4 cuadros de 1.5 metros por 1.5 metros, donde se sembró 9 por cuadro en forma hexagonal, sembrándose así 36 de los cuales 18 son de Pino y 18 de Aliso (ver figura 21).

Figura 21. Banco de micorrizas de Pino y Aliso



2.4.2 Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta de Vivero Forestal La Florida. Se elaboró un trazado en la parte alta del vivero, en el cual se sembraron 142 árboles de 12 especies propagadas en el vivero a una distancia

de siembra de 5 metros por 5 metros. Posteriormente se realizó el plateo de cada uno de los puntos de siembra e igualmente se construyó un hoyo de 30 cm ancho por 30 cm largo por 40 cm de alto, al cual se le añadió abono (10-30-10) e hidrogel para la siembra de cada plántula. La siembra se realizó el 22 de diciembre de 2009 con todos los operarios del Vivero Forestal La Florida (ver figura 22).

Figura 22. Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta del Vivero Forestal La Florida



2.4.3 Rescate de material vegetal de bosque natural en el Departamento del Cauca. Se colaboró en el rescate de material vegetal nativo por medio de recolección de semillas, estacas y plántulas para el Vivero Forestal La Florida, con las diferentes comisiones de trabajo, desplazándose por las veredas y municipios del Departamento del Cauca (ver figura 23).

Figura 23. Rescate de material vegetal por lo diferentes veredas y municipios del Departamento del Cauca



3. RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

El análisis hecho a las 5 especies forestales nativas reflejó que se debe tener en cuenta la procedencia y manejo de la semilla, el tiempo de cosecha y el almacenamiento de la misma, debido a que estos procesos fueron los que determinan la calidad y poder germinativo que puede obtenerse para la producción en vivero, disminuyendo la el riesgo de fracaso en una producción a gran escala (ver cuadro 6).

3.1.1 Cucharó.

Familia: Myrsinaceae

Nombre científico: *Myrsine guianensis*

Procedencia: Vía Totoró municipio de Popayán

Fuente: Identificada

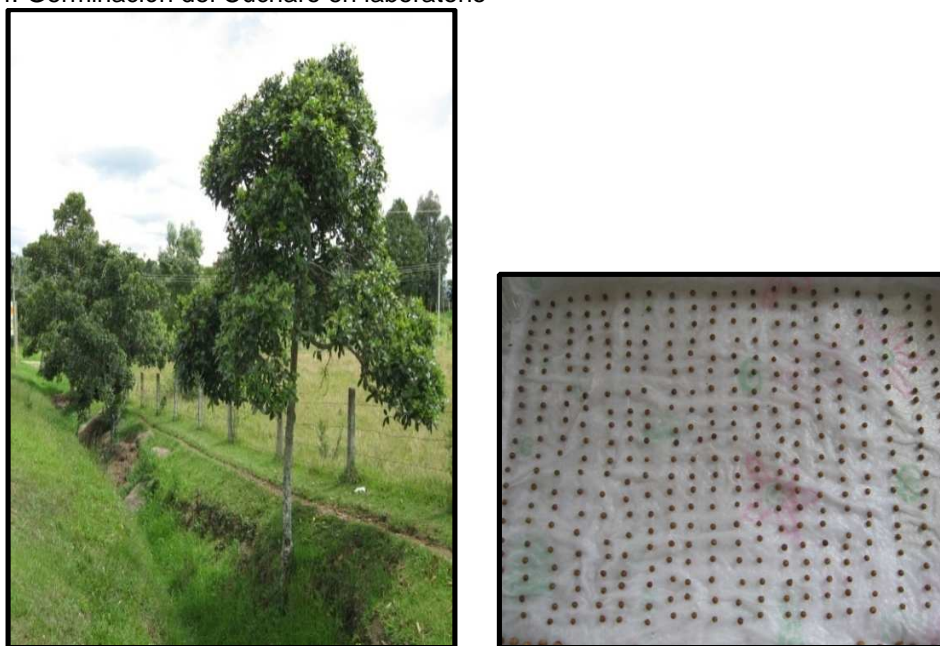
Numero de la muestra: 2500 semillas

Tratamiento pregerminativo: Agua hirviendo

Sanidad: Esta semilla no presentó ningún ataque de hongos, bacterias o algún tipo de animal, se puede decir que las semillas en su mayoría fueron buenas, pero algunas de ellas mostraban un color negro indicando que podría estar en descomposición. También presentó un tamaño pequeño referente a las demás fuentes, quizás fueron árboles relativamente jóvenes o sin ningún tipo de manejo.²

² ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 24. Germinación del Cucharo en laboratorio



3.1.2 Cucharo.

Familia: Myrsinaceae

Nombre científico: *Myrsine guianensis*

Procedencia: Vereda La Rejoya finca de la Universidad del Cauca

Fuente: Identificada

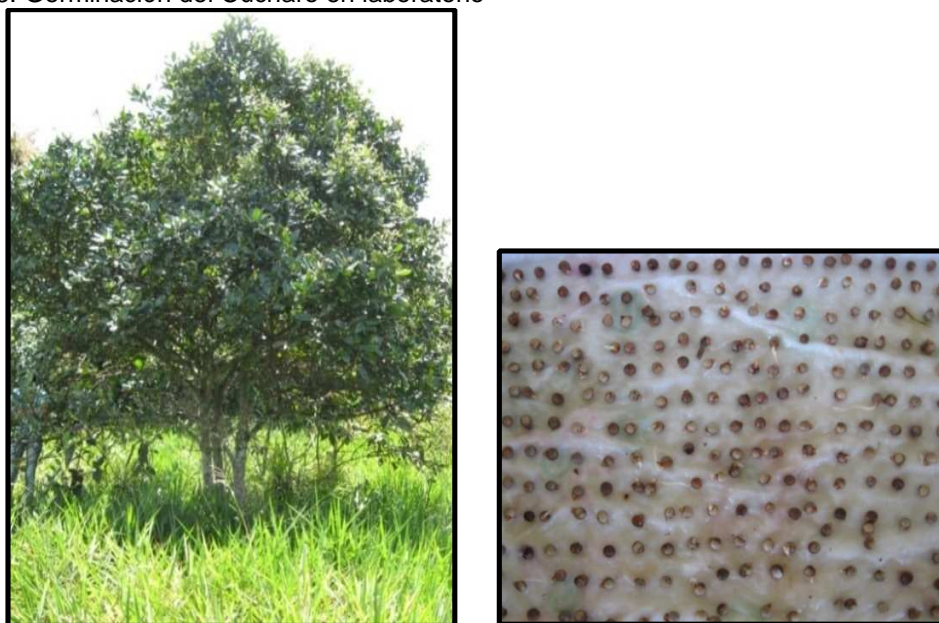
Numero de la muestra: 2500 semillas

Tratamiento pregerminativo: Agua hirviendo

Sanidad: Esta semilla presentó un tamaño grande y una coloración marrón oscura y marrón claro. Se seleccionaron las de mejor aspecto, si ningún rasgo de enfermedad y hongos. La cosecha se realizó directamente del árbol.³

³ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 25. Germinación del Cucharo en laboratorio



3.1.3 Guayacán amarillo.

Familia: Bignoniáceae

Nombre científico: *Tabebuia chrysantha*

Procedencia: Colegio Campestre Americano de la ciudad de Popayán

Fuente: Identificada

Numero de la muestra: 2500 semillas

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Sanidad: Esta semilla se seleccionó cuidadosamente debido a que presentaban hongos en el embrión, escogiéndose la mejor para el análisis de calidad. Por otro lado la fecha de recolección de la semilla fue bastante lejana de la del análisis, reduciéndose el poder germinativo de la semilla y alterando los resultados obtenidos, su recolección se realizó totalmente del árbol.⁴

⁴ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 26. Germinación del Guayacán amarillo en laboratorio



3.1.4 Guayacán rosado.

Familia: Bignoniáceae

Nombre científico: *Tabebuia rosea*

Procedencia: Parque Mosquera municipio de Popayán

Fuente: Identificada

Numero de la muestra: 2500 semillas

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Sanidad: Esta semilla no presentó ningún tipo de enfermedad u hongos, se seleccionó tomando en cuenta el tamaño del embrión, ya que algunas se observaban un poco malformadas, la mayoría de estas semillas se vieron relativamente buenas y además fueron recolectadas del árbol.⁵

⁵ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 27. Germinación del Guayacán rosado en laboratorio



3.1.5 Pino colombiano.

Familia: Podocarpaceae

Nombre científico: *Retrophyllum rospigliosi*

Procedencia: Vivero La Florida municipio de Popayán

Fuente: Seleccionada

Numero de la muestra: 1000 semillas

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Sanidad: Algunas semillas presentaron poca descomposición, ya que la mayoría fueron recolectadas del árbol, no se necesitó de escogerla, solo de contar las de la muestra, la calidad de esta semilla fue buena gracias a la que el árbol se encontró fitosanitariamente en buenas condiciones y tenía una capacidad de carga alta reduciendo las semillas enfermas.⁶

⁶ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 28. Germinación del Pino colombiano en laboratorio



3.1.6 Roble.

Familia: Fagaceae

Nombre científico: *Quercus humboldtii*

Procedencia: Vereda Pisoje Alto municipio de Popayán

Fuente: identificada

Numero de la muestra: 1000 semillas

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Sanidad: La semilla presentó muchos puntos negros y gusanos en su interior, por eso se debió seleccionar la mejor, aunque algunas se escogieron con manchas debido a que había muy poca en buen estado, a pesar de que la semilla fue recolectada del árbol.⁷

⁷ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 29. Germinación del Roble en laboratorio



3.1.7 Roble

Familia: Fagaceae

Nombre científico: *Quercus Humboldtii*

Procedencia: Vereda La Rejoya municipio de Popayán

Fuente: Identificada

Numero de la muestra: 1000 semillas

Tratamiento pregerminativo: Ninguno

Sanidad: La semilla presentó algunos gusanos en su interior, pero era muy poca la que mostró daños o perforaciones, en general la semilla estaba en buen estado y fue muy poca la que se tuvo que desechar, a pesar que se colectó del suelo.⁸

⁸ ENTREVISTA con GUTIÉRREZ, Ángel Patricio. Encargado del manejo del almacenamiento y germinación de semillas en el Vivero Forestal La Florida de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. Popayán 4 de Abril de 2010.

Figura 30. Germinación del Roble en laboratorio



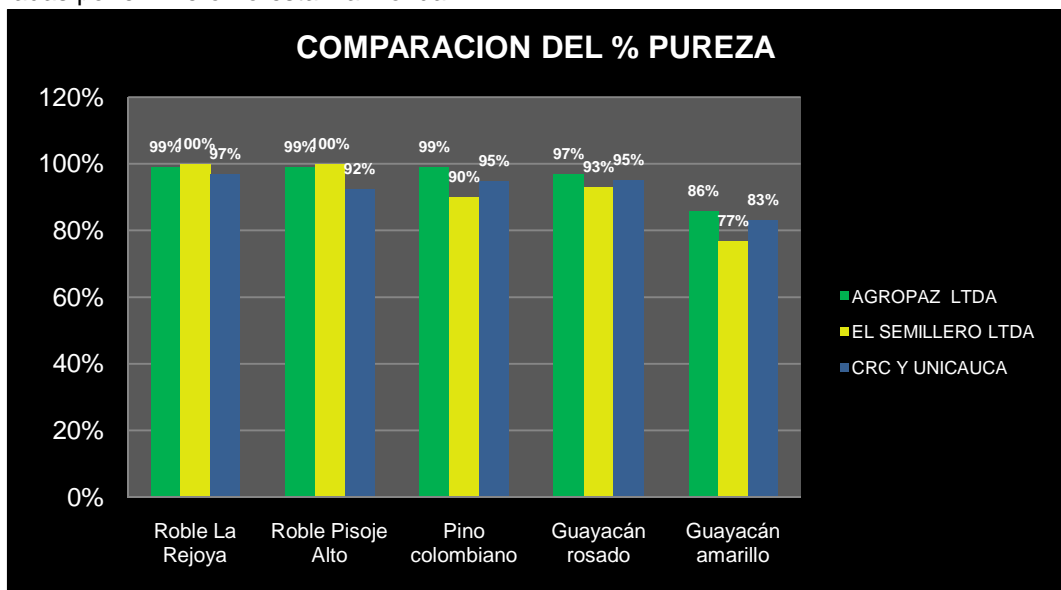
Cuadro 6. Análisis de calidad de las semillas de 5 especies forestales nativas

Especie	Porcentaje de Pureza	Porcentaje de Germinación	Porcentaje de viabilidad	Porcentaje de C.H	No de semillas por Kg	No de semillas vivas por Kg
Cucharo vía Totoró	99,5%	0%	100%	25,82%	58823	0%
Cucharo La Rejoja	83,3%	65%	26,66%	71,57%	27027	54,14%
Guayacán rosado	95%	93,33%	43,33%	19,95%	15038	88,66%
Guayacán amarillo	83%	26,67%	16,66%	17,72%	25641	22,13%
Pino colombiano	94,80%	41%	70%	62,05%	470	39%
Roble Pisoje Alto	92,40%	25%	10%	36,92%	196	23,10%
Roble La Rejoja	97%	92,50%	30%	35,14%	71	98,70%

Los resultados arrojados demostraron que las semillas pueden presentar un alto porcentaje de viabilidad, lo cual no indica que presente un alto porcentaje de germinación, debido a que si no se realiza el respectivo manejo que necesita cada especie se reduciría el poder germinativo para cada semilla, como resultó el análisis de calidad realizado a Cucharero de la fuente identificada vía Totoro (ver cuadro 6).

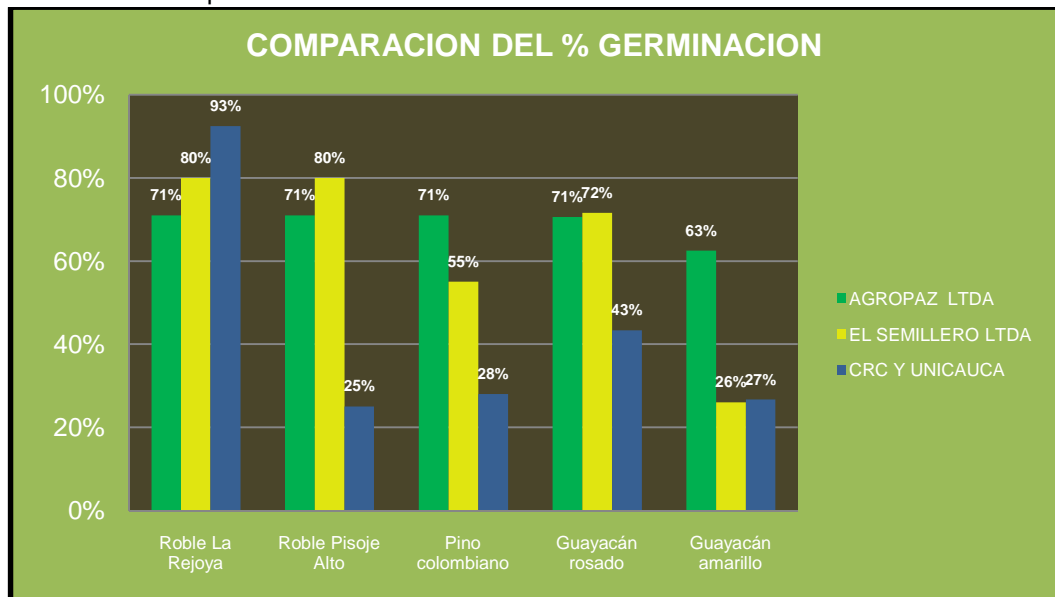
También podemos decir que los tratamientos pregerminativos son definitivos a la hora de producir plántulas, ya que cada especie presenta diferentes formas que cubren las semillas impidiendo su germinación rápida, como pasó con el Roble, el Pino colombiano y el Cucharero, que son especies que su semilla tienen una cubierta de testa dura que impide su germinación apresuradamente, manteniendo la semilla en estado de latencia.

Figura 31. Comparación del porcentaje de pureza de las fuentes locales con fuentes nacionales utilizadas por el Vivero Forestal La Florida



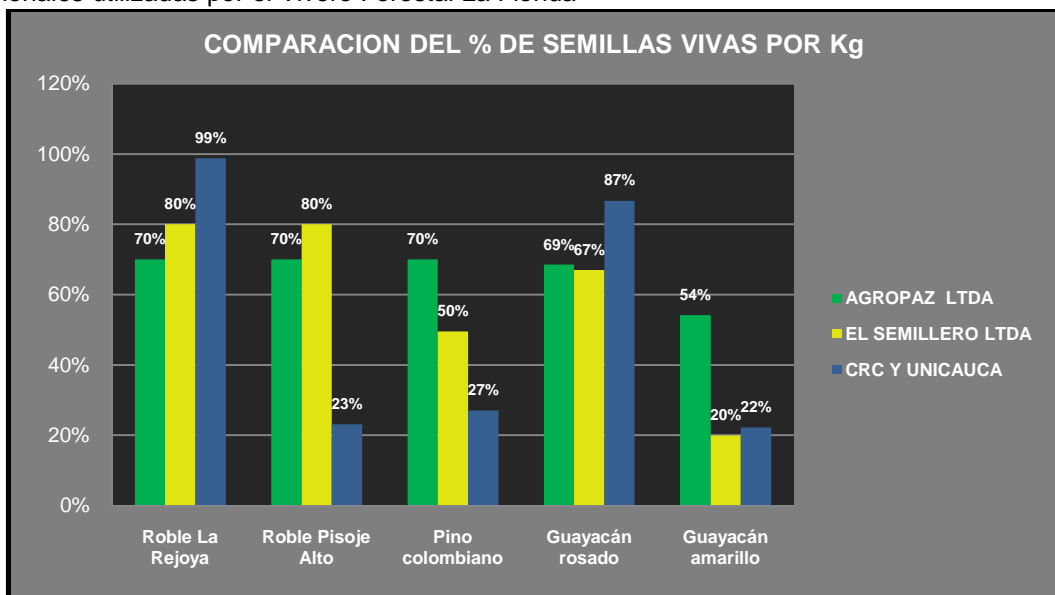
El porcentaje de pureza de las fuentes locales se comparó con las de las fuentes nacionales como Semicol y el Semillero utilizadas por el Vivero Forestal La Florida, lo cual el resultado fue bueno para todas las especies analizadas, permitiéndonos concluir que la semilla obtenida a nivel local presenta un gran porcentaje de pureza debido a que se encuentran en los mismos rangos de los proveedores nacionales (ver figura 31).

Figura 32. Comparación del porcentaje de germinación de las fuentes locales con fuentes nacionales utilizadas por el Vivero Forestal La Florida



El porcentaje de germinación de las fuentes locales también se comparó con las fuentes nacionales, los resultados fueron diferentes. Se encontró que el roble de La Rejoja presentó el mejor porcentaje y el roble de Pisoje Alto presentó el peor porcentaje de germinación con referencia a las fuentes nacionales, (ver figura 32).

Figura 33. Comparación del porcentaje de semillas vivas por Kg de las fuentes locales con fuentes nacionales utilizadas por el Vivero Forestal La Florida



El porcentaje de semillas vivas de las fuentes locales también se comparó con el porcentaje de semillas vivas de las fuentes nacionales y fueron poco diferentes, ya que el porcentaje de semillas vivas por Kg del Roble de La Rejoya, el Guayacán rosado y el Guayacán amarillo presentan una similitud con el porcentaje de semillas vivas por Kg de las fuentes nacionales (ver figura 33).

3.2 INVENTARIO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (*Alnus acuminata*)

Figura 34. Inventario del rodal semillero de Aliso



El rodal semillero de Aliso se halló en malas condiciones, lleno de especies no deseadas de rápido crecimiento distribuidas por todo el rodal, que impedían el óptimo desarrollo, ocasionándoles perjuicios a los árboles como fustes torcidos, algunos ahogados por enredaderas, otros descopados o muertos, entre otras, debido al mal manejo dado durante los últimos años.

En el análisis dendrométrico se encontró un coeficiente de variación alto, indicándonos que las variables altura y dap fueron diferentes para la muestra, el volumen y área basal fue de 23,879 m³ y 4,8492 m² por hectárea respectivamente, siendo valores inferiores con respecto a otras plantaciones de Aliso de 5 años y medio de edad, estos resultados también se pudieron ver afectados debido a que en la media hectárea no se sembraron 555 árboles, los cuales caben a una distancia de siembra de 3 por 3 metros disminuyendo el volumen y área por hectárea (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis dendrométrico del rodal de Aliso

Análisis dendrometrico de rodal de Aliso				
Variable	Dap (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)	Área basal (m²)
Promedio del rodal	8,3	8,150	0,029	0,006
Volumen por hectárea		23,879		
Área basal por hectárea		4,849		
No de la muestra	80	Densidad de la población ½ ha		408
Coefficiente de variación	84,11%	No de arboles por ha		815

Cuadro 8. Análisis de la población para la realizar la entresaca en el rodal semillero de Aliso

Análisis de la población para entresaca		
Variable	Buenos	Defectuosos
No de árboles de la muestra	31	49
Dap promedio de la muestra (cm)	9	8
Porcentaje de de árboles	38,75 %	61,25 %
No de árboles total de la población	158	250

El 61,25 % de los árboles fueron defectuosos (rectitud) y presentaron un dap promedio de 0,08 metros (ver cuadro 8), por ello se definió entresacar árboles que presenten un dap menor o igual a 0,08 metros y se encuentren en el 61,25% de los de mal porte dentro de la ½ hectárea del rodal semillero de Aliso.

Cuadro 8. No de árboles que se deben extraer del rodal semillero de Aliso

Árboles para la entresaca		
Porcentaje de árboles para la entresaca	No de árboles para la entresaca	Área basal por hectárea (m²)
34%	139	1,65

El 34% de árboles de aliso dentro del rodal semillero reportaron un dap igual o menor a 8 centímetros y se encuentran dentro del 61,25% de los árboles defectuosos, que corresponde a 139 árboles de Aliso que se deben extraer para mejorar las condiciones de desarrollo de los árboles selectos (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis del Incremento Medio Anual (IMA) del rodal semillero de Aliso

Incremento Medio Anual	Muestra	Por árbol	hectárea
Dap (cm)	-	1,5	-
Volumen (m³)	0,425	0,005	4,327
Área basal (m²)	0,086	0,001	0,874
Altura (m)	-	1,482	-

Según el IMA hallado para las diferentes variables de crecimiento del rodal, no presenta un comportamiento de desarrollo aceptable, debido a esto es necesario realizar una limpia de especies no deseadas, después de la entresaca que permita disminuir la competencia por nutrientes, mejorando las condiciones de sitio de los árboles selectos, además de desarrollar una jornada de fertilización a cada árbol. Para la fertilización de los árboles en pie dentro del rodal se ha determinado suministrar 200 gramos entre bórax y 10-30-10, que son fertilizantes que mejoran el desarrollo en altura y dap en el árbol, debido al pobre Incremento Medio Anual (IMA) en los arboles, dado que su volumen es de 4,327 m³ por hectárea por año (ver cuadro 10), siendo este incremento la mitad en comparación a otras plantaciones de Aliso (Ospina *et al*, 2005).

3.3 FOSA DE COMPOST VEGETAL EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

La fosa fue construida con el fin de convertir lo desperdicios vegetales en un benefició útil para el Vivero Forestal La Florida, debido a que diariamente en las actividades laborales salen muchos desperdicios vegetales, causando impactos perjudiciales dentro del vivero, generados por la descomposición y aglomeraciones de estos materiales que atraen malos olores, enfermedades, insectos, entre otros.

Para el funcionamiento de la fosa de compost del Vivero Forestal La Florida se elaboró un manual, que inscribe y muestra paso a paso como se debe proceder para la producción del compost, el cual se diseñó con fotografías e ilustraciones que ejemplifican la actividades diarias que ocasionan desperdicios vegetales, define que es el compost, precisa que factores son determinantes para la producción del compost, que beneficios cumple como abono el compost, como se construyó la fosa y que aspectos a considerar se deben tener en cuenta para la producción de compost vegetal.

3.4 LABORES COMPLEMENTARIAS REALIZADAS EN LA PASANTÍA EN EL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

3.4.1 Banco de micorrizas. La construcción del banco de micorrizas con pino y aliso, fue con la finalidad de proporcionar tierra micorrizada que funciona como un buen abono orgánico para el levante en las eras de trasplante de Pino y Aliso (ver figura 35).

Figura 35. Banco de micorrizas



3.4.2 Establecimiento de una barrera multiespecie. Se realizó con el fin de establecer un pequeño bosque plantado para evitar que en esta zona se siga arrojando basura de las casas aledañas, y también se erradique especies no deseables que se propagan muy fácilmente en la parte alta del vivero (ver figura 36).

Figura 36. Establecimiento de una barrera multiespecie en la parte alta del Vivero La Florida



3.4.3 Rescate de material vegetal. Esta tarea se realizó con el fin de rescatar el material vegetal faltante en el vivero, de tal forma que se logre dar cumplimiento a los diferentes compromisos que tiene La Corporación Autónoma Regional del Cauca, como el proyecto de corredor biológico en el Macizo Colombiano. Actualmente la producción en el Vivero Forestal La Florida está dirigida en su mayoría a la producción de plántulas, para cumplir con los objetivos propuestos del mismo. Existen tres maneras de cómo se hizo el rescate de material vegetal por semillas, por plantines y por estacas.

3.4.3.1 Por semillas. Para la recolección de semillas, se tuvo en cuenta la época de fructificación de los árboles identificados. Para esta actividad se utilizó una escalera, un balde y una desjarretadera dependiendo del tamaño del árbol y si la que se encuentra en el suelo está dañada. Esta actividad se realizó debido a la escasez de semillas de los proveedores nacionales (ver figura 37).

Figura 37. Recolección de semillas de Roble en el bosque natural



3.4.3.2 Plantines. Los plantines fueron otra forma de obtener material vegetal para vivero. Esta forma fue complicada debido a que los plantines ya estaban formados totalmente y su trasplante le genera stress debido al cambio de hábitat, corriéndose el riesgo de propagación en el vivero y se trato de la extracción de la regeneración natural que se encontraba en los bosques naturales (ver figura 38). Las dos formas de extracción fueron con pala y con la mano.

- **Con pala.** se hizo una pica en forma de cuadro alrededor del plantín, con el fin de introducir la pala alrededor de la raíz para aflojarla de la tierra y así poder retirar el plantin con la raíz completa evitándole un mayor estrés para el traslado hasta el vivero.

- **Con la mano.** se aflojó un poco la tierra con un cabo o punzón de madera y se introdujo la mano lo más profundo que se pudo en la tierra, luego se sujetó la parte superior fuertemente y se haló para extraer el plantín. Este método fue el más riesgoso, debido a que si no se tiene práctica puede dañarse el plantín.

Figura 38. Recolección de plantines en el bosque natural con la mano



3.4.3.3 Estacas. Algunas especies se reproducen por medio de estacas ya que se dificulta la obtención de la semilla o por plantines. Para la obtención de las estacas se buscó que los árboles tuvieran brotes nuevos o yemas, los cuales se cortaron cuidadosamente con el machete o tijeras de jardinería, utilizándose como el patrón o eje central para propagarlo en el vivero (ver figura 39).

Figura 39. Recolección por estacas en el bosque natural



4. CONCLUSIONES

ANÁLISIS FÍSICO DE LA 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

De acuerdo con el análisis de calidad se concluyo que a nivel local existen muy pocas fuentes semilleras seleccionadas, por lo cual se hace necesarias establecer más fuentes debido a que la semilla no presenta una calidad idónea para propagar en vivero.

Los resultados arrojados en el análisis de calidad de las semillas forestales nativas de las fuentes locales, fueron diferentes con respecto a las de las fuentes nacionales, debido a que en las especies escogidas las fuentes eran identificadas reflejándose porcentajes inferiores.

Es importante reconocer que el análisis calidad realizado a las semillas de especies forestales nativas de las fuentes locales del Vivero Forestal La Florida, dejo reflejar los criterios básicos para la cosecha de semillas de un árbol, los cuales fueron: el tiempo de cosecha, que tipo de fuente era y la edad del árbol, debido a que las semillas cosechadas en cualquier árbol puede presentar baja viabilidad o bajo poder germinativo.

Se concluyo también que solo los mejores árboles y con los mejores aspectos son los más aptos para ser seleccionados como árboles semilleros, debido a que la semilla en un gran porcentaje refleja el estado fenotípico y genotípico del árbol, considerándose arboles semilleros, a los de mejor porte, estado fitosanitario y capacidad de producción de semillas.

Se observó igualmente en el análisis de calidad que algunas semillas presentaron dificultades para su germinación en laboratorio, porque el manejo no debió ser el adecuado, dado que la importancia del poder germinativo de la semilla radica en el tiempo de viabilidad de la misma, ya que para lograr un alto porcentaje de germinación se debe establecer su almacenamiento y tratamiento pregerminativo según las especie a propagar.

Según el análisis de calidad, la cosecha de la semilla se debe realizar directamente del árbol, porque si se colecta del suelo se corre el riesgo de que la

semilla no esté sana, presentando hongos, insolación, esté dañada, entre otras, provocando problemas más adelante para su germinación perdiéndose el material.

Un aspecto importante que refleja el análisis de calidad realizado a las 5 especies forestales nativas de Vivero Forestal La Florida, es que si la semilla no presenta un alto porcentaje de pureza y de germinación, quiere decir que el porcentaje de semillas vivas por Kg es bajo, siendo una fuente indeseable a propagar en vivero.

INVENTARIO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (*Alnus acuminata*)

El coeficiente de variación obtenido fue del 84,11% siendo demasiado alto, reflejándonos que el área basal de 4,84992 m² y volumen de 23,879 m³ del rodal no es el mejor, debido a que la altura y el dap no fueron uniformes en cada individuo, concluyendo que el rodal no presenta ningún tipo de manejo forestal.

El incremento medio anual de 4,327 m³ por hectárea del rodal semillero no es el mejor durante los 5 años y medio, en comparación con otras plantaciones que presentan un IMA de 10 m³ por hectárea, con lo cual se puede decir que dentro del rodal se presenta mucha competencia por nutrientes con especies de rápido desarrollo, reduciendo la capacidad de crecimiento del Aliso y estancando su progreso en diámetro y altura.

En el análisis dendrométrico del rodal semillero, arrojó que el 34 por ciento de árboles de Aliso se deben extraer, siendo equivalente a 139 árboles del total de la población que se encontraron dentro del 61,25% de árboles defectuosos y que presentaron un dap igual o inferior al 0,08 m.

Debido a la gran cantidad de especies no deseables y ajenas al Aliso la regeneración natural no ha sido posible, ya que ciertas especies como la zarzamora y algunas enredaderas se distribuyen y se reproducen fácilmente ahogando los árboles del rodal, impidiendo la producción de semillas por la disminución de nutrientes, puesto que su manejo no ha sido el adecuado.

FOSA DE COMPOST VEGETAL DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

La fosa construida en el Vivero Forestal La Florida traerá grandes beneficios, debido a que se controlara, manejara y evitara el amontonamiento de desperdicios vegetales, que mitigan los impactos ambientales negativos en el vivero.

Se estableció que la producción de compost será totalmente vegetal, debido a que en las actividades diarias en vivero forestal la florida los residuos desechados son únicamente vegetales, siendo un proceso aeróbico y evitándose arrojar residuos orgánicos putrescibles o material fecales de animales.

Como el proceso de compostaje vegetal es netamente aeróbico, la construcción del área de manejo de la fosa permite la libre circulación del aire al interior, influyendo directamente en el aumento y disminución de la temperatura que se encuentra en el interior de la fosa.

El compostaje que se obtendrá por la transformación de los residuos vegetales, enmendaría la carencia de nutrientes que padezca la producción en vivero, mejorando las características importantes de la plántula, como un mejor enraizamiento, incremento en el crecimiento del plantín y reducción del estrés producido por las sequías. Algunos de estos atributos benéficos pueden ser importantes en el manejo del vivero para la supervivencia de las plantas una vez que han sido llevadas al campo.

La producción de este compost vegetal reduce la necesidad de utilización de fertilizantes químicos en el ámbito de vivero para producción de plantas saludables, proporcionándose un entorno biológico por el alimento en nutrientes benéficos para el desarrollo de las plántulas.

5. RECOMENDACIONES

ANÁLISIS FÍSICO DE LA 5 ESPECIES NATIVAS FORESTALES DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

Al obtener semilla de una fuente local es prioritario realizar un análisis de calidad, ya que si se va a propagar el material cosechado en grandes cantidades es indispensable determinar la calidad de la semilla para evitar un posible fracaso en vivero.

Se debe cosechar la semilla de fuentes seleccionadas previamente establecidas, evitando problemas de sanidad, germinación y viabilidad de la semilla, permitiendo una producción en vivero confiable y sin ningún contratiempo.

Es necesario establecer el manejo que se debe hacer a la semilla de cada especie forestal nativa, debido a que esta presenta un tiempo determinado de viabilidad, desde el momento de su cosecha hasta el proceso final, evitando que se dañe, se presenten hongos o gusanos, aprovechándose en su totalidad todo el poder germinativo que pueda tener la semilla colectada.

INVENTARIO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA EL MANEJO DEL RODAL SEMILLERO DE ALISO (*Alnus acuminata*)

Es importante que se realicen limpiezas periódicas, debido a que en el interior del rodal se presenta mucha competencia por nutrientes con especies de rápido desarrollo, reduciendo la capacidad de progreso de la especie objetivo.

Para mejorar las cualidades del rodal es necesario realizar una entresaca que reduzca el número de árboles que compiten por luz, agua y nutrientes, los cuales servirían para postes o leña, y así en un largo plazo los árboles seleccionados presenten un mejor progreso en su desarrollo dentro del rodal.

Se recomienda que después de la entresaca y la limpia se realice una fertilización para cada árbol de 17 gramos de bórax y 70 gramos de 10-30-10 con el fin de mejorar sus condiciones de sitio y esperar a que se acelere el desarrollo tanto en diámetro como en altura, incidiendo en la producción de frutos para la obtención de semillas viables que es para lo que se estableció el rodal semillero de aliso.

FOSA DE COMPOST VEGETAL DEL VIVERO FORESTAL LA FLORIDA

Se debe realizar el manejo la fosa de compost constantemente, según lo estipulado en el manual, para que cuando se produzca el abono no se vea afectado en un corto y mediano plazo, permitiendo aprovechar uniformemente el compost obtenido durante todo el año.

Triturar y tamizar los residuos vegetales como ramas, hojas, o estructuras de gran tamaño vegetal que impidan la rápida descomposición dentro del área de manejo permitiendo una mejor producción en la obtención del compost en el tiempo establecido.

Evitar el lanzamiento de desperdicios orgánicos como basuras, bolsas, materia fecales de animales, debido a que perjudicarían el proceso del compostaje vegetal en la fosa, acidificándolo y convirtiéndolo en un proceso anaeróbico, con lo cual se emitirían olores desagradables, formándose un problema fitosanitario dentro del vivero.

Se recomienda a la Universidad del Cauca y la Corporación Autónoma Regional del Cauca sigan promoviendo e impulsando la continuación de este tipo de trabajos que son los que generan la apertura de nuevas ideas para el mejoramiento y progreso de nuestra región, recuperándose así nuestro germoplasma nativo.

BIBLIOGRAFÍA

CHILEFLORA. Introducción a la flora chilena, manual de germinación. 2009. [Artículo] disponible en línea en: <<http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/SSeedsGerminacion.htm>> [consultado en septiembre de 2009].

ECUADOR FORESTAL. Ficha técnica No 1, Aliso. [Artículo] disponible en línea en: <<http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/aliso.pdf.htm>> [consultado en Abril de 2010].

INFOAGRO. El Compostaje. 2009 [Artículo]. Disponible en línea en: <<http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>> [consultado en marzo de 2010].

INFOJARDIN. Semilla, Semillas y Sembrar Árboles. 2008. [Artículo]. Disponible en línea en: <<http://articulos.infojardin.com/arboles/semillas-sembrar-arboles.htm>> [consultado en agosto de 2009].

INVESTIGACIÓN EN SEMILLAS FORESTALES NATIVAS (INSEFOR) Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL. Especies Forestales Nativas (seminario). 2002. [Artículo]. Disponible en línea en: <<http://www.una.ac.cr/inis/docs/NATIVAS.pdf>> [consultado en Mayo de 2010].

LÓPEZ MACÍAS, Piedad. Compostaje de residuos orgánicos. Primera edición. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Marzo de 2002. p. 7.

MARTÍNEZ SANDOVAL, Luisa Fernanda y MUÑOZ ZÚÑIGA, Lady Marisol. Manual de manejo de semillas de 15 especies forestales propagadas en el Vivero Forestal La Florida, Corporación Autónoma Regional del Cauca y Universidad del Cauca. 2008. p. 15-16.

OSPINA PENAGOS, Carlos Mario. HERNÁNDEZ RESTREPO, Raúl Jaime. GÓMEZ DELGADO, Dina Estela. GODOY BAUTISTA, José Alexander. ARISTIZÁBAL VALENCIA, José Alonso. PATIÑO CASTAÑO, José Norbey. MEDINA ORTEGA, Jary Arnold. El aliso o cerezo. Guías silviculturales para especies forestales. 2005 [presentación en pdf]. Disponible en línea en:

<<http://cenicafe.org/modules.php?name=News&file=article&sid=1909>> [consultado en marzo de 2010]. p. 1-37.

POULSEN. Karen M. Análisis de semillas. 1999. [Artículo] disponible en línea en: <<http://www.bio-nica.info/biblioteca/PoulsenAnalysisSemillas.pdf.htm>> [consultado en marzo de 2010]. p. 8-25.

RODRÍGUEZ ROMERO, Javier y NIETO RODRÍGUEZ, Víctor Manuel. Investigación en semillas forestales nativas. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal Conif convenio INSEFOR programa de– Serie técnica /No.43, CONIF ministerio de agricultura. Santa fe de Bogotá, julio 1999. ISSN 0121-0300. p. 49-55.

ROJAS G. Angel M. Dasometría práctica. Tercera edición. Universidad del Tolima, Ibagué – Colombia, 1986. p. 81.

SÁNCHEZ DE LORENZO-CÁCERES, José Manuel. Árboles ornamentales. 2001. [Artículo] disponible en línea en: <<http://www.arbolesornamentales.com/elarbol-semillas.htm>> [consultado en agosto de 2009].

TRIVIÑO DÍAZ, Trino y TORRES ROMERO, Francisco. Manual Práctico de Manejo de Semillas y Viveros Agroforestales. Semicol Ltda.

TRUJILLO NAVARRETE, Enrique. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Editado por; Cedetrabajo. 1999. p. 44-63.

_____. Semillas forestales mejoradas para la reforestación en Colombia. El semillero. 2005. [Artículo] disponible en línea en: <<http://www.revista-mm.com/rev48/forestal.pdf>> [consultado en septiembre de 2009]. p. 21-24.

VICTORIA T, Jorge A. BONILLA C, Carmen R y SÁNCHEZ O, MANUEL S. Viabilidad en Tretrazolio de Semillas de Caléndula y Eneldo. 2006. [Artículo] disponible en línea en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/viewFile/193/463> [consultado en septiembre de 2009]. p. 1.

ANEXOS

Anexo A



REGISTRÓ DE ANÁLISIS DE CALIDAD PARA EL
LABORATORIO
UNIVERSIDAD DEL CAUCA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA FORESTAL



Viabilidad de la Semilla			
Viabilidad	Descripción	% de semillas	Esquema observado
Viabiles	Tinción uniforme y total		
Dudosas	Radícula teñida y cotiledones parcialmente teñidos		
No viabiles	Radícula y cotiledón parcialmente teñidos		
No viabiles	Sin tinción		
Prueba de pureza			
muestra pura peso kg	peso cascara kg	% pureza	
Contenido de humedad			
Muestra de 2 gramos			
Balanza de humedad	%		
Prueba de peso			
Repeticiones	X	X2	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Σ			
\bar{X}			
Varianza			
Desviación Sta.			
C.V.			

Anexo B

Tablas del inventario forestal realizado al rodal semillero de Aliso

Inventario de la parcela No 1. En el rodal de Aliso (*Alnus acuminata*)

Inventario de plantaciones					
Especie: Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)			Fecha de plantación:		
Parcela no		1	Fecha de medición : 27 de febrero de 2010		
ÁRBOL No	DAP (M)	RECTITUD (1 a 3)	H. TOTAL (M)	VOLUMEN (M ³)	ÁREA BASAL(M ²)
1	0,10	3	7,00	0,030	0,0079
2	0,07	3	7,00	0,015	0,0038
3	0,10	1	7,50	0,032	0,0079
4	0,08	3	6,50	0,018	0,0050
5	0,05	3	5,00	0,005	0,0020
6	0,11	1	9,00	0,047	0,0095
7	0,09	3	8,00	0,028	0,0064
8	0,09	3	8,00	0,028	0,0064
9	0,05	3	4,50	0,005	0,0020
10	0,05	3	2,00	0,002	0,0020
11	0,10	3	8,50	0,036	0,0079
12	0,07	3	5,50	0,012	0,0038
13	0,10	1	7,50	0,032	0,0079
14	0,08	1	6,50	0,018	0,0050
15	0,08	3	8,00	0,022	0,0050
16	0,12	1	10,0	0,062	0,0113
17	0,08	1	7,00	0,019	0,0050
18	0,05	3	6,50	0,007	0,0020
19	0,10	3	7,00	0,030	0,0079
20	0,08	3	7,00	0,019	0,0050
21	0,08	3	8,00	0,022	0,0050
22	0,10	1	7,50	0,032	0,0079
23	0,10	3	8,00	0,034	0,0079
24	0,19	1	13,0	0,201	0,0283
25	0,07	3	6,00	0,013	0,0038
26	0,08	1	7,00	0,019	0,0050
27	0,07	3	6,50	0,014	0,0038
28	0,10	1	9,00	0,039	0,0079

29	0,04	3	4,00	0,003	0,0013
30	0,08	3	5,00	0,014	0,0050
31	0,09	3	8,00	0,028	0,0064
TOTAL	-		-	0,884	0,1957
PROMEDIO	0,08		7,097	0,029	0,0063
RESPONSABLE	FABIO JOSÉ SALAZAR				
RECTITUD	1: BUENO		3: MALO		

Inventario de la parcela No 2. En el rodal de Aliso (*Alnus acuminata*).

Inventario de plantaciones					
Especie: Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)			Fecha de plantación:		
Parcela no		2	Fecha de medición : 12 de marzo de 2010		
ÁRBOL No	DAP (M)	RECTITUD (1 a 3)	H. TOTAL (M)	VOLUMEN (M ³)	ÁREA BASAL (M ²)
1	0,08	3	9,00	0,0247	0,0050
2	0,09	3	8,50	0,0295	0,0064
3	0,06	1	7,50	0,0116	0,0028
4	0,06	3	8,50	0,0154	0,0033
5	0,10	3	10,0	0,0429	0,0079
6	0,08	1	10,0	0,0274	0,0050
7	0,08	3	9,00	0,0247	0,0050
8	0,09	3	8,00	0,0278	0,0064
9	0,07	3	9,50	0,0211	0,0041
10	0,10	3	11,5	0,0493	0,0079
11	0,11	3	12,0	0,0623	0,0095
12	0,05	3	8,50	0,0091	0,0020
13	0,09	1	10,0	0,0387	0,0071
14	0,06	1	9,00	0,0139	0,0028
15	0,11	3	9,50	0,0493	0,0095
16	0,08	1	9,50	0,0261	0,0050
17	0,05	1	6,00	0,0064	0,0020
18	0,09	3	9,50	0,0330	0,0064
19	0,10	3	8,00	0,0343	0,0079
20	0,08	3	11,0	0,0341	0,0057
21	0,09	3	9,50	0,0330	0,0064
22	0,08	1	8,50	0,0233	0,0050
23	0,10	3	10,0	0,0429	0,0079

24	0,10	1	11,5	0,0493	0,0079
25	0,08	3	8,00	0,0220	0,0050
26	0,10	1	9,00	0,0386	0,0079
27	0,10	1	9,50	0,0407	0,0079
28	0,09	3	10,0	0,0347	0,0064
29	0,08	1	9,50	0,0294	0,0057
30	0,07	3	8,50	0,0179	0,0038
31	0,11	1	11,5	0,0597	0,0095
32	0,09	1	9,00	0,0313	0,0064
33	0,06	3	9,00	0,0163	0,0033
34	0,12	1	11,0	0,0679	0,0113
35	0,09	1	10,0	0,0347	0,0064
36	0,09	3	9,00	0,0313	0,0064
37	0,10	1	7,50	0,0322	0,0079
38	0,09	3	9,00	0,0313	0,0064
39	0,08	1	10,0	0,0274	0,0050
40	0,04	3	6,00	0,0041	0,0013
41	0,07	3	8,50	0,0179	0,0038
42	0,05	3	6,50	0,0070	0,0020
43	0,07	3	7,50	0,0158	0,0038
44	0,06	3	10,0	0,0154	0,0028
45	0,11	1	11,5	0,0597	0,0095
46	0,07	1	9,00	0,0189	0,0038
47	0,10	1	12,0	0,0515	0,0079
48	0,03	3	7,00	0,0033	0,0009
49	0,06	1	8,50	0,0131	0,0028
TOTAL	-		-	1,4521	0,2762
PROMEDIO	0,0824		9,2041	0,0296	0,0056
RESPONSABLE	FABIO JOSÉ SALAZAR				
RECTITUD	1: BUENO		3: MALO		

Anexo C

