

**SELECCIÓN Y PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES PLUS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) EN LA REFORESTADORA DEL
SINÚ**

SAMIR DE JESÚS PADILLA HERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
MONTERÍA
2020**

**SELECCIÓN Y PROPAGACIÓN DE ÁRBOLES PLUS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) EN LA REFORESTADORA DEL
SINÚ.**

SAMIR DE JESÚS PADILLA HERNÁNDEZ

**Trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial presentado como
requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.**

ASESOR DOCENTE

MIGUEL ESPÍCIA CAMACHO

Ingeniero Agrónomo., MSc, Ph.D.

ASESOR EN LA EMPRESA

DAYANA TOBAR TAMARA

Ingeniero Agrónomo., MSc.

REFORESTADORA DEL SINÚ SUCURSAL COLOMBIA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

MONTERÍA

2020

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto serán responsabilidad del autor.

Artículo17, acuerdo No. 039 del 24 de junio de 2005 del Consejo Superior de la Universidad de Córdoba.

I. NOTA DE ACEPTACIÓN

Miguel Mariano Espitia Camacho
Ingeniero Agrónomo., MSc, Ph.D.
Asesor

Cesar A. Vergara Córdoba,
Ingeniero Agrónomo., MSc.
Jurado

Orlando Lafont Quiñones
Ingeniero Agrónomo.
Jurado

Montería, octubre de 2020

II. DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente a Dios, a mi mamá Nidia Albania Hernández Vargas quien ha estado siempre a mi lado apoyándome, a mi papá Álvaro Augusto Padilla Ruiz quien siempre ha velado por mi futuro y ha financiado mis estudios, a mis abuelos, amigos y a todos mis familiares, de una manera muy especial quiero dedicar este logro con todo mi corazón a mi difunto abuelo José Del Carmen Hernández Cárdenas y a mi tío Humberto Hernández Vargas que siempre estuvo ahí conmigo dándome apoyo, a todos y cada uno de ellos que han sido y fueron un gran apoyo en mi proceso de formación.

Samir De Jesús Padilla Hernández

III. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar junto a mí siempre presente en todos los momentos y acontecimientos importantes de mi vida, iluminando y llevándome por el mejor camino; con su protección y bendición me ayudó a culminar mis estudios universitarios.

Quiero brindar mis agradecimientos a la Universidad de Córdoba, mi alma mater por haberme formado como profesional en tan maravillosa carrera.

Agradezco a mi mamá, a mi papá, familiares y amigos por confiar en mí y ser apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A la Reforestadora del Sinú quien fue mi mentora en el proceso de formación, por abrirme sus puertas y poder llevar a cabo mis pasantías en tan respetable empresa forestal.

A mi tutor de trabajo de grado, Miguel Mariano Espitia Camacho, y a mis jurados, Cesar Augusto Vergara Córdoba y Orlando Lafont Quiñones

A mis compañeros y amigos Rafael Herrera, Álvaro Hernández, Efraín Porras, Kelly Espitia, Pabla Burgos, Nahile Gutiérrez, Madeleissy Pérez, María José Gómez, Samuel Bohórquez, Israel Hernández, Víctor Corena, Angie López, Francly Arroyo, entre otros, que siempre estuvieron acompañándome y apoyándome, a ellos, mi grupo de trabajo les debo haber culminado satisfactoriamente este proceso formativo.

Agradezco de manera muy especial a la ingeniera Dayana Tobar por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías en la empresa, al ingeniero Jorge Humanes, la ingeniera Liliana Gómez y al ingeniero Cesar Hernández, por guiarme y acompañarme en esta última etapa de mi carrera, involucrándome en los proyectos importantes de la empresa, a todos los profesores y compañeros que hicieron parte de mi formación, muy agradecido por todo el conocimiento que me brindaron.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN.....	11
ABSTRACTR	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA.....	15
1.1 MISIÓN INSTITUCIONAL.	16
1.2 VISIÓN INSTITUCIONAL.....	16
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	17
3. MARCO TEORICO.....	18
3.1 ORIGEN Y REFERENCIAS HISTÓRICAS DEL CULTIVO DE EUCALIPTO.	18
3.2. ESPECIES DE MAYOR IMPORTANCIA EN LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTOS.	19
3.3 MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	21
3.4 SELECCIÓN, ÁRBOLES PLUS Y ÁRBOLES ELITES.	21
3.4.1. Consideraciones generales.....	23
3.4.2. Método de árboles de comparación.....	25
3.4.3. Método de selección por regresión o de la línea base.	27
3.4.4. Método de valoración individual.....	28

3.5. PROPAGACION VEGETATIVA DE LA ESPECIE.....	28
3.5.1. Métodos Tradicionales de Propagación Vegetativa.	30
3.5.2 Método de Manejo de Rebrotos.....	34
4. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	43
4.1 UBICACIÓN.	43
4.2 SELECCIÓN DE ÁRBOLES CANDIDATOS O PLUS DE EUCALIPTO (<i>EUCALYPTUS GRANDIS X EUCALYPTUS UROPHYLLA</i>) EN LA REFORESTADORA DEL SINÚ.....	43
4.2.1 Tiempo de la actividad.....	43
4.2.2 Selección de árbol.....	44
4.2.3 Georreferencia de árboles plus y colecta de material vegetal.	44
4.3 RECOLECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL DE ÁRBOLES CANDIDATOS O PLUS DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla</i>) EN LA REFORESTADORA DEL SINÚ.....	52
5.3.1 Tiempo de la actividad.....	52
5.3.2 Materiales y herramientas.....	53
5.3.3 Colecta de material vegetal.....	54
5.4 TECNICAS DE PROPAGACIÓN A EVALUAR.....	56
5.4.1 Tiempo de ejecución de la actividad.....	56
5.4.2 Técnicas de propagación.....	56
5. CONCLUSIONES.....	70
6. RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFIA.....	73

IV. LISTA DE TABLAS.

	Pag.
Tabla 1. Características fenotípicas para la selección de árboles candidatos o plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ".	45
Tabla 2. Selección de árboles plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ". Valencia – Córdoba. Predio "Alejandría".	47
Tabla 3. Selección de árboles plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ". Municipio Valencia – Córdoba Predio "Gracias a Dios" y "La Primavera".	49
Tabla 4. Selección de árboles plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ". Árbolete - Antioquia. Predio "Bella Herlinda".	51
Tabla 5. Propagación por estaquillado de los árboles candidatos o plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ".	59
Tabla 6. Propagación por enjertación de los árboles candidatos o plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ".	62
Tabla 7. Propagación por inducción de brotes (rama) de los árboles candidatos o plus del híbrido " <i>Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla</i> ".	65

V. LISTA DE FIGURAS.

	Pag.
Figura 1. Selección de árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”.	46
Figura 2. Materiales y herramientas de trabajo.	53
Figura 3. Recolección del material de árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”	54
Figura 4. Proceso de recolección del material vegetal de los árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”.	55
Figura 5. Recolección de estaquillas de los árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”.	57
Figura 6. Macro y mini estaquilla de los árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”	58
Figura 7. Injertación de los árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”	61
Figura 8. Inducción de brotes de los árboles candidatos o plus del híbrido “Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”.	64

RESUMEN

Reforestadora del Sinú sucursal Colombia, es una empresa forestal dedicada a la producción y establecimiento de especies maderables de rápido crecimiento específicamente "*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*" en la Costa Caribe Colombiana con operaciones de campo en los departamentos de Córdoba y Antioquia. La pasantía tuvo como objetivo seleccionar y propagar árboles de alto rendimiento (árboles plus) del híbrido Eucalipto (*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*.) en plantaciones de la empresa Reforestadora del Sinú sucursal Colombia. Fue realizada en los rodales semilleros de la empresa en los municipios de Valencia Córdoba, Las Plata Antioquia, Turbo Antioquia y Montería Córdoba donde se encuentra establecido el vivero "La Ribera". El trabajo consistió específicamente en recorrer los predios semilleros dentro de los municipios donde se encontraban los árboles semillas, para realizar la selección se basó en el método de Zobel y Talbert, donde se seleccionaron individualmente teniendo en cuenta los parámetros fenotípicamente deseados. En la recolección de la semilla se tuvo en cuenta escalar los árboles hasta el tercio medio del árbol donde se encontraban las ramas que cumplían con el parámetro, para el proceso de propagación y multiplicación se tuvo en cuenta las distintas técnicas de propagación a implementar en la empresa: propagación por estaquillado, injerto e inducción de brotes. Como resultado se tuvo que la selección de los árboles plus principalmente se tuvieron en cuenta las características fenotípicas como la copa, ángulo de la rama, bifurcación, estado fitosanitario y posición sociológica. Se obtuvo que la propagación por los tres métodos observados no tuvieron un comportamiento homogéneo en la especie eucaliptos, donde el método de estaquillado lo podemos resaltar ya que tiene un mejor comportamiento con respecto a los otros dos métodos. Para concluir tenemos que método de Zobel y Talbert en la selección de árboles plus de la especie eucalipto utilizado en la empresa presento buenos resultado y se puede afirmar que a pesar de ser la misma especie de eucalipto (*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*) y bajo la misma condiciones no tiene el mismo porcentaje de propagación, esto es le puede atribuir a la manipulación del material vegetal y a la habilidad del injertador.

Palabras claves: Híbrido, rodales semilleros, selección, propagación, técnicas de propagación, estaquillado, injerto, inducción de brotes.

ABSTRACT

Reforestadora del Sinú, Colombia branch, is a forestry company dedicated to the production and establishment of fast-growing timber species specifically "*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*" on the Colombian Caribbean Coast with field operations in the departments of Córdoba and Antioquia. The objective of the internship was to select and propagate high-yield trees (plus trees) of the Eucalyptus hybrid (*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*.) In plantations of the Reforestadora del Sinú Colombia branch. It was carried out in the seed stands of the company in the municipalities of Valencia Córdoba, Las Plata Antioquia, Turbo Antioquia and Montería Córdoba where the "La Ribera" nursery is established. The work consisted specifically of touring the seed farms within the municipalities where the seed trees were located, to make the selection it was based on the method of Zobel and Talbert, where they were selected individually taking into account the phenotypically desired parameters. In the seed collection, it was taken into account to climb the trees to the middle third of the tree where the branches that met the parameter were found, for the propagation and multiplication process, the different propagation techniques to be implemented in the plant were taken into account. Company: propagation by cuttings, grafting and induction of shoots. As a result, the selection of the trees plus mainly took into account the phenotypic characteristics such as the crown, angle of the branch, bifurcation, phytosanitary status and sociological position. It was obtained that the propagation by the three observed methods did not have a homogeneous behavior in the eucalyptus species, where we can highlight the staking method since it has a better behavior with respect to the other two methods. To conclude we have that Zobel and Talbert's method in the selection of plus trees of the eucalyptus species used in the company presented good results and it can be stated that despite being the same eucalyptus species (*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*) and under the The same conditions do not have the same percentage of propagation, this can be attributed to the manipulation of the plant material and the skill of the graft.

Keywords: Hybrid, seed stands, selection, propagation, propagation techniques, cuttings, grafting, induction of shoots.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las especies forestales de rápido crecimiento han tenido gran auge por sus altos rendimientos en las diferentes formas para su aprovechamiento comercial e industrial. Se dice que alrededor del mundo dichas especies han brindado un aporte al medio ambiente por su contribución a la reforestación de especies nativas e introducidas con el fin de poder reducir la contaminación en el aire con la captación de CO₂ atmosférico (FAO, 2012).

De acuerdo con, (Espitia et al 2011). Colombia cuenta con 25 millones de hectáreas con aptitud forestal aproximadamente, de las cuales el departamento de Córdoba posee 897.086 ha. Según (MINAGRICULTURA, 2018), en Córdoba existen 41.947 ha de plantaciones forestales (nativas e introducidas) y en los próximos 25 años se espera plantar más de 200.000 ha en las principales zonas productoras.

Las especies de Eucalyptus han sido adoptadas en forma amplia para cultivos industriales y de esparcimiento, no solamente en las regiones donde se dan naturalmente, sino como especies exóticas en la mayoría de las zonas de clima tropical, subtropical o templado cálido, (Mendieta et al 2012).

En Colombia y de acuerdo con la oferta ambiental puede presentar algunas variaciones morfológicas, pero en general, su comportamiento y fisonomía son similares. En Colombia crece bien entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., y es una de las

especies forestales más cultivadas en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda y Antioquia. Por su alta productividad es la especie preferida para la producción de pulpa de fibra corta. En el país se tienen plantaciones con fines comerciales en un área de 470.000 hectáreas (MINAGRICULTURA, 2018).

La necesidad de un programa de mejoramiento forestal surge debido a la necesidad de mejorar la calidad y el rendimiento de las especies forestales, es decir los programas de mejoramiento genético buscan generar nuevos genotipos mejorados y con tecnologías de importancia económica en cultivos agrícolas. La identificación y selección del árbol de alto rendimiento, es el inicio y la base fundamental de un programa de mejoramiento genético forestal. En relación con la calidad y rigurosidad con que se realice la selección de estos árboles, así será en concordancia la ganancia genética que se alcanzará (Vallejos et al 2010).

El objetivo del presente trabajo fue seleccionar y propagar árboles de alto rendimiento (árboles plus) del híbrido Eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*.) en la empresa Reforestadora del Sinú sucursal Colombia.

1. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA.

Reforestadora del Sinú sucursal Colombia, es una empresa forestal dedicada a la producción y establecimiento de especies maderables de rápido crecimiento específicamente “*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*” en la Costa Caribe Colombiana con operaciones de campo en los departamentos de Córdoba y Antioquia. Fundada en Colombia en el mes de octubre del 2010, con inicio de actividades en oficinas de Montería en la calle 59# 10 A-32 barrió La Castellana (Montería- Córdoba Colombia)

Los materiales vegetales iniciales utilizados por la empresa tuvieron un proceso de ajustes en el protocolo de propagación a través de la Universidad de Córdoba y sus instalaciones en un convenio entre las entidades. Con dichos materiales comenzaron la operación del vivero en 2012 en el corregimiento de Jaraquiel margen derecha del rio Sinú, jurisdicción del municipio de Montería- Córdoba, Colombia, el cual se sitúa a 7 Km del casco urbano de la ciudad.

Desde ese momento la empresa vino desarrollando sus operaciones tanto de vivero y silvícolas en los municipios de Montería con presencia del vivero La Rivera, Valencia, Tierralta, Montelíbano en el departamento de Córdoba y en San Pedro, Turbo, Árboletes en el Urabá Antioqueño donde se ubican las plantaciones.

Las operaciones forestales de la empresa Reforestadora del Sinú Sucursal Colombia se iniciaron en el año 2013 en los departamentos de Córdoba y Antioquia. Actualmente la empresa cuenta con más de 10.000 ha adquiridas para la siembra y aprovechamiento de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* y 200 ha en conservación de bosques secundarios, especies nativas, protección de fuentes de agua para la creación de corredores biológicos.

1.1 MISIÓN INSTITUCIONAL.

La empresa tiene como objetivo ser la empresa forestal líder en Colombia en plantaciones de rápido crecimiento, y así abastecer las fábricas de celulosa a nivel mundial. Posicionando a Colombia en los mercados internacionales como proveedor de fibra forestal (Reforestadora del Sinú, 2013).

1.2 VISIÓN INSTITUCIONAL.

Optimizar las ventajas naturales y ubicación geográficas para el desarrollo de un patrimonio forestal de una clase mundial, a través del conocimiento experto de profesionales locales y extranjeros, capaz de atender los mercados internacionales, manteniendo un compromiso responsable con la sociedad, el medio ambiente y las normas laborales vigentes.

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Seleccionar y propagar árboles plus de Eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalytus urophylla*) en la empresa Reforestadora del Sinú.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Seleccionar árboles con características superiores (candidatos o plus) en rodales semilleros de la empresa Reforestadora del Sinú.

Evaluar diferentes técnicas de propagación en árboles plus de eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalytus urophylla*).

3. MARCO TEORICO.

3.1 ORIGEN Y REFERENCIAS HISTÓRICAS DEL CULTIVO DE EUCALIPTO.

De acuerdo con (Daetz, 2015). El género *Eucalyptus* fue descrito en 1788, por Charles Louis L'Heritier de Brutelle. Perteneciendo a la familia de las Mirtáceas, el género incluye aproximadamente 600 identificaciones, entre las especies, variedades e híbridos.

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Rosidae
- Orden: Myrtales
- Familia: Myrtaceae
- Subfamilia: Myrtoideae
- Tribu: Eucalypteae
- Género: *Eucalyptus*

El eucalipto es un árbol originario de Tasmania, Australia y otras islas indo-malasias. El nombre Eucalipto deriva del griego eu (bien) y kalyptus (cubierto), en alusión a la protección que el opérculo presta a los órganos sexuales. El Eucalipto comenzó a ser utilizado en plantaciones fuera de su área de distribución natural hace más de 200 años en Europa. Fueron botánicos europeos los descriptores del género y de

sus principales especies. El primer registro del eucalipto en la Península Ibérica data de 1829 en Portugal. La llegada del eucalipto a Sudáfrica y Brasil se produjo a finales del siglo XIX y comienzos del XX. En Sudáfrica, provocado por la demanda de madera para minería y, en Brasil, para producir el carbón utilizado en la industria del acero. En otros países y zonas del mundo el eucalipto fue introducido a partir de los colonialismos británico, francés, español, portugués y holandés, así como por iniciativas internacionales gubernamentales y no gubernamentales. Actualmente el eucalipto está presente en más de 90 países, la mayoría en zonas tropicales y subtropicales, aunque existen plantaciones de gran productividad en zonas templadas de Nueva Zelanda, Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Sudáfrica, la Península Ibérica y Estados Unidos. La razón de esta dispersión es el gran número de especies y, por tanto, de tolerancia a condiciones ecológicas diferentes. Hoy en día el eucalipto se extiende sobre más de 22 millones de hectáreas en todo el mundo (a las que habría que añadir más de 11 millones de bosque nativo de eucalipto en Australia), lo que representa el 12% de las plantaciones forestales mundiales. Sin embargo, se estima que no más de 13 millones de hectáreas de estas plantaciones tienen realmente productividad de interés industrial (Daetz, 2015).

3.2. ESPECIES DE MAYOR IMPORTANCIA EN LAS PLANTACIONES DE EUCALIPTOS.

Según Harwood (2011) indica que las plantaciones de eucaliptos en el mundo se han incrementado de unos 6 millones de hectáreas existentes en 1990 a más de 20

millones de hectáreas en la actualidad y, sobre la base de visitas a los principales países que las tienen, estima que 9 especies principales y varios híbridos entre estas explican más del 90% de la superficie global de bosques plantados de eucaliptos y señala las siguientes:

- *Eucalyptus camaldulensis*
- *Eucalyptus pellita*
- *Eucalyptus dunnii*
- *Eucalyptus saligna*
- *Eucalyptus globulus*
- *Eucalyptus tereticornis*
- *Eucalyptus urophylla*
- *Eucalyptus grandis*

Gran parte de las plantaciones de eucaliptos se ubican en climas tropicales, subtropicales y templados cálidos, solo *E. camaldulensis*, *E. globulus* y *E. nitens* prosperan en climas templados fríos y solo estas, de entre las nueve, son plantadas en latitudes más allá de 35° S y N. *Eucalyptus dunnii* y *E. pellita* en tanto han tomado importancia solo en los últimos 20 años, la primera se está usando en climas templados cálidos con precipitaciones estivales en Sudamérica, sur de África y China, y la segunda, apropiada para climas tropicales, está siendo empleada comercialmente en Indonesia. Más recientemente, ha adquirido importancia *Eucalyptus benthamii* para producción de pulpa en Latinoamérica, en países como Uruguay, por su rápido crecimiento y tolerancia a frío (Harwood, 2011).

3.3 MEJORAMIENTO GENÉTICO.

El mejoramiento genético forestal es la conjugación de la genética, como herramienta de identificación y aislación de rasgos de interés (altura, forma, densidad de la madera, etc.) Y los tratamientos silviculturales, siendo estos últimos los que potencian la expresión de dichos rasgos. Lo anterior se traduce en la obtención de la máxima rentabilidad del suelo-bosque. El principal objetivo de los ensayos genéticos es estimar en forma adecuada el potencial genético del material evaluado, para aquellos sitios donde se pretende ser utilizado operacionalmente. Por lo que la información obtenida de los ensayos genéticos es la base fundamental de los programas de mejoramiento genético (Daetz, 2015).

3.4 SELECCIÓN, ÁRBOLES PLUS Y ÁRBOLES ELITES.

Una selección es el proceso de elegir individuos con características deseables. En el campo forestal se busca que dichas características sean principalmente de interés e importancia económica sirviendo de progenitores a las siguientes generaciones, es decir al seleccionarse dichos individuos se destinan a un programa de mejoramiento genético forestal "PMGF". Esto se hace comparando un fenotipo de interés con el de otros individuos dentro de un rodal, buscando cambiar la frecuencia de los alelos deseados que afecten características importantes de los árboles, de tal manera que los individuos mejorados tengan un rendimiento superior a otro material sin ningún criterio ni trabajo de selección (Llanos, 2017).

Dicha selección se ve respaldada en la ley de Hardy-Weinberg, que dice que, si no intervienen factores evolutivos, al obtener semillas de un rodal se espera que la próxima generación tenga el mismo promedio y la misma varianza poblacional original. De esta manera, debido a que gran parte de las diferencias existentes entre árboles tiene origen genético y representa una fuente de variación importante, aprovechada por el mejorador forestal, se espera que la población descendiente muestre esas buenas características o rendimientos en gran medida por su genética. Así en los procesos de selección se debe dar prioridad a los rodales con buenas características para que dicho material de alto valor y rendimiento pueda integrar continua y pertinentemente al proceso productivo del país (Llanos, 2017).

De esta manera la selección de árboles plus es un proceso en el cual una vez identificada la especie a mejorar y las mejores procedencias, se prosigue a escoger los árboles con características superiores dentro de una población base. Las principales características evaluadas y de mayor relevancia es el volumen comercial sea individual o a nivel de rodal y la calidad fustal. Siendo el objetivo inmediato de estos árboles plus suministrar material para pruebas genéticas como progenies, procedencias y pruebas clónales (Llanos, 2017).

Los árboles plus que una vez sean sometidos a pruebas genéticas y al ser evaluados muestren verdadero merito genético pasan a ser considerados árboles elites. Esto se hace porque la selección está basada en el principio de que el valor genético promedio de los individuos seleccionados, será mejor que el valor

promedio de los individuos de la población base como un todo. Como la selección de árboles plus se hace en comparación con los mejores individuos puede haber un sesgo lo que lleva a la necesidad de obtener un respaldo a través de pruebas genética o progenie (Llanos, 2017).

3.4.1. Consideraciones generales. De acuerdo con (Ipinza, 2014). Es necesario tener en cuenta siempre que los factores que controlan el éxito del mejoramiento genético son: cantidad de variación presente en las especies, carácter a mejorar, intensidad de selección, método de selección, heredabilidad del carácter bajo selección y método de propagación.

De acuerdo con esto, para la selección de los árboles plus se deben realizar los siguientes pasos:

Definir el método de selección, el carácter o rasgo que se considerará y los requisitos mínimos de los árboles candidatos.

Elegir las áreas y poblaciones donde se efectuará la selección. Es deseable que éstas sean de las mejores procedencias conocidas y que se encuentren plantadas en el área donde se utilizará el material mejorado, para evitar reducciones en la ganancia genética por efecto de la interacción genotipo - ambiente.

Prospectar sistemáticamente las áreas elegidas y seleccionar los árboles candidatos. Por lo general este trabajo lo efectúan cuadrillas o brigadas de campo previamente entrenadas. Preferiblemente, cuando se selecciona en plantaciones o en rodales naturales coetáneos, los árboles candidatos no deben ser árboles de

borde. Si un árbol de borde es excepcionalmente bueno podría compararse con los árboles de borde vecinos.

Visitar los árboles candidatos y eliminar los que no cumplan con los requisitos mínimos preestablecidos. A los restantes se les aplica el formulario de evaluación de campo, según el método de selección que se haya definido.

Calcular el puntaje total final de cada árbol candidato y seleccionar los que superan el puntaje mínimo preestablecido para árboles plus o, en su defecto, los mejores hasta completar el número deseado o el diferencial de selección requerido.

Por último, sancionar si es o no un árbol plus, esta actividad la realiza el mejorador del más alto nivel posible.

Existen varios métodos para seleccionar árboles plus y por lo general cada empresa o programa de mejoramiento desarrolla el suyo propio dependiendo de la especie, las características del rodal o de la población, de los objetivos particulares y de los recursos disponibles. Sin embargo, casi todos los métodos son variaciones, modificaciones o combinaciones de dos o tres métodos generales. En muchas ocasiones el método es secundario, lo importante es la selección se realice con un mismo método, para poder tener árboles medidos con un mismo criterio, esto significa que en los trabajos asociativos o cooperativos el árbol plus seleccionado y sancionado con un método estándar se transforma en una unidad monetaria o de intercambio (Ipinza, 2014).

Los principales métodos generales que se utilizan para la selección de árboles plus se describen brevemente a continuación.

3.4.2. Método de árboles de comparación. La aplicación de este método consiste en la comparación del árbol candidato con los árboles vecinos para las características que son objeto de mejoramiento. Frecuentemente, la comparación se efectúa con respecto de los cinco mejores árboles que existen dentro de una vecindad, la cual normalmente se define como un círculo de 10 a 20 metros de radio, con el árbol candidato como centro. Para la aplicación del método se utiliza un formulario de campo donde se anotan las medidas o puntajes asignados a los árboles de comparación y al árbol candidato. Posteriormente se efectúan los cálculos para obtener el diferencial de selección o el puntaje final del árbol candidato, el cual depende de la superioridad del candidato con respecto a los de comparación (Ipinza, 2014).

El método de árboles de comparación tiene la ventaja de que a través de la comparación se elimina el efecto de las diferencias de edad (compara árboles de la misma edad) y minimiza el efecto de las diferencias de sitio (compara árboles vecinos), lo que ayuda al aumento de la heredabilidad y por tanto, la ganancia genética.

Este método se aplica normalmente en rodales naturales coetáneos o en plantaciones (Zobel y Talbert, 1988), en donde generalmente es posible encontrar suficientes árboles vecinos para poder hacer una comparación fenotípica adecuada, especialmente de las características que son más afectadas por la edad. El método también se puede aplicar en rodales multietáneos puros para características que no sean afectadas por la edad.

Cuando se aplica este método y se calcula el diferencial de selección con respecto a la media de los cinco mejores vecinos más el árbol candidato, se puede interpretar que se ha definido como población base sólo aquella parte del rodal que formará parte de la cosecha al final del turno. En este caso, el diferencial de selección es una estimación de la diferencia entre la media de los árboles seleccionados y la media del rodal final una vez hechos todos los raleos. La ganancia genética que se estime usando este diferencial de selección es la ganancia con respecto al rodal final y no de todo el rodal.

Cuando el árbol candidato se compara con el promedio de todos los árboles vecinos (incluyendo el candidato) se puede obtener una estimación del diferencial de selección con respecto de todo el rodal, tal como se encuentra en el momento en que se efectúa la selección (Ipinza, 2014).

3.4.3. Método de selección por regresión o de la línea base. Se aplica en rodales naturales multietaneos pie a pie o disetáneos. Para aplicarlo es necesario conocer con seguridad la edad de cada árbol, por ejemplo, mediante un taladro de incremento se extrae un tarugo y se cuentan los anillos de crecimiento en sitios con estaciones climáticas bien definidas.

El método consiste en el desarrollo de curvas (regresiones) para las variables de interés que dependen de la edad o de algún otro factor (Zobel y Talbert, 1988). Por ejemplo, si el árbol candidato es de edad conocida y su volumen supera el predicho por la regresión edad - volumen, entonces el árbol puede ser seleccionado. En general, se puede fijar la superioridad del valor real sobre el valor de regresión en un mínimo para aceptar al árbol candidato como árbol plus. Este mínimo puede ser expresado en términos absolutos, porcentaje o en relación con la desviación estándar. Para aplicar este método se deben elaborar curvas para las diferentes calidades de sitio donde se pretende efectuar la selección (Ipinza, 2014).

3.4.4. Método de valoración individual. Según (Ipinza, 2014). Se usa cuando se selecciona en bosques disetáneos o heterogéneos donde los árboles se encuentran generalmente dispersos y son de edades distintas y desconocidas y/o cuando la población está formada por árboles aislados. En estas situaciones el método de árboles de comparación no es aplicable. Debido a la alta variación ambiental y a las diferencias de edad entre árboles, en este tipo de poblaciones la heredabilidad es generalmente baja.

Para aplicar la valoración individual el seleccionador debe conocer muy bien el ámbito de variabilidad de la especie para saber exactamente cuál es un árbol superior. Para ello es recomendable efectuar un recorrido previo por la población y así tener una buena idea de la variación existente.

Para algunas características cuantitativas que no son afectadas por la edad se puede fijar un valor mínimo. Por ejemplo, se puede fijar una altura mínima de la primera bifurcación (Ipinza, 2014).

3.5. PROPAGACION VEGETATIVA DE LA ESPECIE.

La propagación vegetativa es la forma práctica como el hombre usa los principios de la reproducción asexual agámica, en la cual se logra un desarrollo de plantas a través de tejidos diferenciados, en contraste a la otra forma de reproducción asexual, donde interviene un gameto sin que se cumpla el proceso de fecundación.

Los principios bajo los cuales se trabaja con la propagación vegetativa en la mejora genética, son los de constancia genética y constancia fisiológica. El principio de la constancia genética postula que las partes de una planta propagadas vegetativamente mantienen siempre la misma constitución genotípica que el individuo del cual provienen. Esto está determinado por el hecho de que el proceso de desarrollo se cumple a través de simples divisiones mitóticas, donde no hay la recombinación génica, manteniéndose por lo tanto la carga de los genes de las células que conforman el tejido base, salvo el caso de ocurrencia de alguna mutación. El principio de la constancia fisiológica postula que las partes propagadas mantienen las mismas características fisiológicas del árbol original. En este sentido, si el árbol a propagar es fisiológicamente maduro, las partes propagadas también lo son, continuando su proceso reproductivo después de pasado el tiempo de reacción al formar sus propias raíces o consolidar su unión con otro tejido de sustentación independiente. La excepción a esta regla estriba en el fenómeno de ciclofisis, o de retroceso fisiológico a un estado juvenil, que a menudo está ligado a la condición de la parte de la cual se obtuvo la parte propagada. El individuo a propagar, se denomina ortet u orteto; cada parte propagada se conoce como ramet o rameto, y el conjunto de ramets del mismo ortet forma un clon. El ortet y el clon son, entonces, lo mismo, con la diferencia de que el primero es el individuo original, mientras que el segundo es ya en condición seccionada (Valera y Garay, 2017).

3.5.1. Métodos Tradicionales de Propagación Vegetativa. Se pueden distinguir tres métodos tradicionales de la propagación vegetativa: estacas, acodos e injertos. Los dos primeros buscan promover el enraizamiento de una parte vegetativa, mientras que el tercero busca la soldadura o fusión de dos tejidos. Por otro lado, tanto la estaca como el injerto se realizan separados del ortet, mientras que el acodo se realiza aún adherido al mismo (Valera y Garay, 2017).

3.5.1.1. Estaca.

Una estaca o esqueje, es una parte seccionada del individuo, que se coloca en un medio propicio para la formación de raíces, la cual puede ser de ramas, de raíces, de hoja, etc. El enraizamiento está determinado, entre otros factores, por la edad y la condición de la estaca, viéndose favorecido por las condiciones del medio de enraizamiento, el tiempo de corte y el uso de sustancias estimulantes, como reguladores de crecimiento o fitohormonas (Valera y Garay, 2017).

Mientras más joven y sano es el ortet, mayores son las posibilidades de enraizamiento de las estacas, coincidiendo esto con la etapa de mayor tasa de crecimiento de las plantas, como lo es la edad juvenil. Al llegar a la edad adulta, se reduce el potencial de crecimiento vegetativo, a la par de incrementarse el desarrollo reproductivo; de la misma forma, muchas partes de la planta, especialmente ramas y fuste, se lignifican, con lo que se dificulta el poder regenerativo de las células (Valera y Garay, 2017).

En cuanto a la condición de las estacas, las partes pueden ser leñosas, semileñosas y herbáceas. Las estacas de una condición semileñosa tienen mejores posibilidades de desarrollo, que las muy leñosas y las herbáceas; entre las dos últimas, influyen en la primera la presencia de muchas células muertas y en la segunda la alta susceptibilidad al desecamiento. Un ambiente húmedo, con temperatura entre 25°C y 28°C y un substrato arenoso con cierto contenido de materia orgánica, favorecen la formación de raíces (Valera y Garay, 2017).

La aplicación de compuestos hormonales, estimula en muchas especies la formación de raíces. Entre las sustancias hormonales más usadas destacan el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB), en soluciones entre el 0,1% y el 1%, o en mezclas con polvo en concentraciones de 1.000 a 6.000 ppm, según las características de las especies. Para algunas especies, de difícil enraizamiento, es posible usar concentraciones hasta de 10.000 ppm; en todo caso es necesario un proceso previo de investigación. En el caso de soluciones, se mantiene la parte basal de la estaca en la solución, por unas 24 horas en ambiente de salón (18-20°C), en semi-oscuridad, o una media hora bajo condiciones de vacío. En el caso de mezclas sólidas, la aplicación de la misma a la parte basal (húmeda) de las estacas se hace inmediatamente antes de su establecimiento, evitándose el riego directo por unas 24 horas (Valera y Garay, 2017).

Para la preparación de la mezcla, se diluye primero la cantidad deseada de hormona en unos 25 ml de alcohol etílico, formando una pasta no muy gruesa y se deja secar

un poco; luego, se esparce sobre la cantidad apropiada de talco o yeso, mezclándose bien, en forma continua, por una media hora, para garantizar que la hormona quede bien repartida en el adherente. Posteriormente, se tamiza usando una malla bastante fina. El polvillo obtenido, se deja secar bien y se guarda bajo condiciones de poca luz (Valera y Garay, 2017).

Tanto para la forma líquida como para la sólida, es recomendable preparar solo la cantidad necesaria para un uso inmediato, en razón de la descomposición de la sustancia y el costo de la misma. La aplicación de riego es recomendable hacerla en forma de aspersion fina, idealmente de tipo nebuloso, lo que favorece el mantenimiento de una alta humedad en el ambiente y no propicia un drenaje muy acelerado, aún en suelos muy arenosos (Valera y Garay, 2017).

Debido al uso de alta humedad y alta temperatura, es conveniente la aspersion semanal de un fungicida, a fin de prevenir la proliferación de hongos. En caso de la aparición de ataques, se deben usar aspersiones dos o tres veces por semana. La dosis dependerá del producto en cuestión. El tiempo más favorable para la propagación de las estacas de especies de zonas con épocas de sequía y lluvia, es aquel en que las yemas están apenas comenzando a definirse. Esto ocurre unas dos a cuatro semanas antes del comienzo de las lluvias (Valera y Garay, 2017).

En todo caso, en la estaca debe asegurarse la presencia de por lo menos dos puntos bien definidos de yemas, lo que a veces es difícil en las estacas muy gruesas, en

cuyo caso sirve como guía una consistencia no muy lignificada. Algunas especies son propagadas con facilidad a partir de rebrotes (ejemplo, los Eucalyptus), aprovechando la capacidad de ellas de retoñar después de que el tronco es cortado. El método es descrito en la sección siguiente (Valera y Garay, 2017).

Si bien el método más común de obtener estacas es a partir de partes leñosas o semileñosas (ramas y fustes), algunas especies han sido propagadas a partir de hojas o más comúnmente de fascículos de agujas, como en el caso de los pinos. Desde el punto de vista práctico, sin embargo, el método no ha tenido gran éxito, ya que muchas veces se estimula la producción de raíces, con altas concentraciones hormonales, pero eso actúa negativamente en el desarrollo de la parte aérea (Valera y Garay, 2017).

Las estacas deben establecerse lo más rápido posible después de cortadas, aunque se pueden mantener bajo condiciones de sombra y riego, o de almacenamiento en frío, por hasta 48 horas. Las estacas más gruesas (15 ó más cm) de ciertas especies, particularmente aquellas con buenos tejidos acuíferos (ejemplo, algunas Bombacáceas), pueden establecerse directamente en el campo, en un período de hasta cuatro semanas antes del comienzo de la época lluviosa, sólo protegiendo el corte superior de la misma, para minimizar el desecamiento (Valera y Garay, 2017).

3.5.2 Método de Manejo de Rebrotos.

3.5.2.1 Principios Generales:

Aunque más utilizado en los eucaliptos, puede aplicarse a un gran número de especies cuyos tocones tienen la capacidad de rebrotar una vez cortado el árbol. Para la propagación clonal, con fines de plantación a gran escala, se utilizan árboles jóvenes, que tienen mayor potencial de rebrotos. Para fines de mejora genética, por ejemplo, en el establecimiento de huertos semilleros y pruebas de valoración genética (pruebas de desarrollo clonal), se prefieren árboles maduros, lo que reduce las posibilidades, ya que son numerosas las especies que pierden la capacidad de rebrote con la edad (Valera y Garay, 2017).

En las primeras fases de un programa, con el fin de contar en el futuro con una cantidad adecuada de material de propagación, las primeras estacas enraizadas se establecen en un jardín clonal, identificando los diferentes tipos genéticos, luego, por sucesivas podas, se obtendrá nuevo material de propagación (Valera y Garay, 2017).

3.5.2.2. Metodología.

La metodología puede resumirse de la forma siguiente:

Se escogen árboles con grosor superior a 10 cm de diámetro a la altura de pecho y se cortan a una altura de tocón de 12 cm. Es deseable hacer esto al comienzo de la época de lluvia.

Hacer observaciones de los tocones, a fin de controlar la cantidad y calidad de los brotes, así como los problemas de tipo fitosanitario, todo lo cual tiene importancia para el proceso de producción masal.

A partir del momento en que el rebrote alcance un tamaño determinado, se van cortando los rebrotes, hasta dejar un líder, para la reconstitución del árbol. Una vez cortados y bajo ciertas condiciones fitosanitarias, se transportan a la brevedad posible al sitio de confección.

En el sitio de preparación, se cortan las estacas con tijeras a la longitud deseada, teniendo cuidado de dejarles uno o dos pares de hojas seccionadas por la mitad para disminuir la evapotranspiración.

La estaca preparada se pasa por una solución fúngica y posteriormente se le aplica una solución enraizadora a la concentración adecuada y se coloca en el sustrato para finalmente ser llevadas al cuarto de propagación o de enraizamiento, donde se debe mantener un ambiente controlado (alta humedad relativa y temperatura entre 28°C en el día y 20°C en la noche), (Valera y Garay, 2017).

- **Acodo.**

Un acodo es una parte que se busca enraizar mientras está aún adherida al ortet, del cual se separa una vez que se constata la presencia del sistema radicular. Es bastante utilizado en coníferas, pero muy limitado en latifoliadas. Generalmente, se seleccionan ramas muy vigorosas, dejando el follaje entre la parte acodada y la parte terminal de la misma, por lo que al lograrse el enraizamiento ya disponemos de una planta con su parte aérea desarrollada. Los factores que afectan el

enraizamiento de acodos son similares a los de las estacas, discutidos anteriormente (Valera y Garay, 2017).

El procedimiento general consiste en tomar una rama; escoger una parte de la misma, no mayor de un centímetro en diámetro y limpiarla de hojas en una longitud de unos 10 cm y hacer un corte en anillo, sin afectar el cambium y retirar la corteza. Aplicar una sustancia hormonal, igual que en las estacas; luego se cubre con un medio promotor (musgo, algodón, o tierra) y se protege con una bolsa plástica o con papel aluminio, hasta que se formen las raíces (Valera y Garay, 2017).

Si la parte anillada se cubre con tierra, en el suelo o en un envase, se denomina acodo terrestre; si se usa otro material y no tiene contacto con tierra, se llama acodo aéreo. Después de formarse las raíces, se corta la rama por debajo de la parte enraizada y se planta en un medio arenoso, bajo sombra, con riego. Después de dos semanas empieza a eliminar progresivamente la sombra, pudiendo luego plantarse en el campo (Valera y Garay, 2017).

Debido a la gran fragilidad del sistema radicular formado por los acodos en algunas especies, frecuentemente se aconseja un segundo trasplante a envase, antes de la plantación definitiva en el campo, usando un substrato más sólido que el anterior, pero menos que él encontrará en el medio definitivo (Valera y Garay, 2017).

- **Injerto.**

Un injerto consiste en el apareamiento de dos porciones vegetativas, con el fin de lograr la soldadura de sus tejidos. Una parte, generalmente con su propio sistema radicular, sirve de soporte y constituye el patrón o porta-injerto, mientras que la otra parte es la púa o injerto, que es la que interesa que se desarrolle (Valera y Garay, 2017).

Normas operativas: Existe una serie de normas que permiten aumentar las posibilidades de éxito del injerto, entre las cuales se pueden mencionar:

Mantener la navaja bien limpia y afilada. Hacer cortes firmes y precisos, logrando superficies lisas, que aseguren el mayor contacto posible a los fines de la soldadura. No tocar con los dedos, o no permitir que se ensucien las superficies de corte de púa y patrón, para garantizar su efectivo contacto y evitar focos de contaminación. Hacer amarres lo suficientemente fuertes y compactos, sin exceso de presión, que permita que púa y patrón se adhieran plenamente y no haya entrada de agua, polvo u otro agente externo de contaminación (Valera y Garay, 2017).

Técnicas y Tipos de Injertos: Existen varias técnicas de injertado, pero el mayor o menor grado de éxito con alguna de ellas depende, en mucho de la habilidad del injertador y/o de la supervisión realizada. Según el sitio del patrón donde se inserte la púa, se distinguen los injertos de tope o por arriba y los injertos laterales. De acuerdo a experiencias con especies leñosas, particularmente árboles, merecen

citarse los injertos de cuña, de caballete, e inglés, para los de tope, y de empalme lateral y de yema, para los laterales (Valera y Garay, 2017).

Clases de Injertos: Según las relaciones taxonómicas entre púa y patrón, se tienen injertos heteroplásticos, entre especies diferentes del mismo género o de géneros diferentes, ejemplo, *Cedrela odorata* en *C. angustifolia* o *Swietenia macrophylla* en *C. odorata*, y homoplásticos, dentro de la misma especie. Este último incluye los auto-plásticos, si son del mismo genotipo (ejemplo, cuando de un ramet de buen desarrollo se toma una púa y se injerta sobre otro ramet de pobre desarrollo, del mismo clon) (Valera y Garay, 2017).

Ambiente de Injertación: La injertación puede hacerse en vivero o directamente en el campo. En vivero, se puede mantener en condiciones de sombra suave o pleno sol, garantizándose un riego adecuado, recomendándose que los patrones estén en bolsas de polietileno de unos cuatro a ocho kg de capacidad. La injertación directa en el campo requiere una protección para el injerto, debido a la mayor posibilidad de desecamiento, pues el riego es más difícil; en este caso, se pueden utilizar bolsas de papel o de tela, aseguradas con hilo en la base. En sitios con vientos constantes o fuertes, el papel tiende a romperse con frecuencia, por lo que puede cubrirse a su vez con una bolsa plástica. Este último tipo de bolsa no debe usarse sola, ya que produce quemaduras por su efecto de lupa (Valera y Garay, 2017).

- **Problemas en la Propagación Vegetativa.**

En los injertos, se pueden presentar diversos problemas, no atribuibles al injertador. Incompatibilidad Vegetativa: Uno de los problemas graves en la injertación es el de la incompatibilidad vegetativa, que produce un rechazo de la púa por el patrón, ocasionando la falla del injerto. Este fenómeno, de tipo histológico, puede ser de ocurrencia temprana, lo que implica la necesidad de realizar más injertos para cubrir una cuota dada, con los clones problemas o con clones alternativos. Más problemática es la ocurrencia tardía o dilatada, que puede reflejarse varios años (hasta 10) después de establecidos los injertos en el campo, ocasionando pérdidas mayores (Valera y Garay, 2017).

En algunas especies se han detectado evidencias externas de la ocurrencia de incompatibilidad vegetativa. Ellas incluyen: fallas consistentes tempranas con árboles particulares, tasas desiguales del crecimiento de púa y patrón, anomalías en coloración y desarrollo foliar de la púa y sobre crecimiento en la zona de unión, o por encima o por debajo de la misma. Los casos de sobre crecimiento son característicos del tipo de incompatibilidad tardía (Valera y Garay, 2017).

La incompatibilidad vegetativa se ha encontrado más frecuentemente a nivel heteroplástico, lo cual se esperaría por diferencias de carácter genético taxonómico, pero también se ha reportado a nivel homoplástico, o sea entre genotipos dentro de una misma especie. Para contrarrestar este fenómeno, se puede utilizar el llamado patrón intermedio, que es un injerto con una púa compatible, que sirve a su vez de

patrón a la púa deseada, con la cual el patrón original mostraba incompatibilidad (Valera y Garay, 2017).

Dureza de las Especies: Algunas especies son llamadas duras, por su gran dificultad de propagarse vegetativamente, por poseer estructuras muy lignificadas, muy herbáceas o con pocas reservas acuíferas que faciliten la movilización de auxinas promotoras de raíces. Esto es de gran importancia cuando se trata de propagar árboles adultos para el establecimiento de huertos semilleros o jardines clónales (Valera y Garay, 2017).

Hábitos de Desarrollo: Algunas especies tienden a reproducir en su forma de crecimiento las características de la parte del individuo del cual fueron tomadas. Esto constituye el fenómeno de topofísis, que puede ser de naturaleza reproductiva (ciclofísis) o vegetativa (perifísis). Las razones de estos fenómenos no se comprenden todavía; afortunadamente, estos casos son la excepción más que la regla. En el caso de la ciclofísis, por ejemplo, si la parte propagada es de una rama joven de un individuo de condición fisiológica adulto, la planta resultante será joven, debiendo esperarse bastante tiempo, antes de regularizarse su floración y fructificación, lo que constituye una excepción al principio de la constancia fisiológica. Por la relación planta propagada y planta original, se habla de una reversión en la condición fisiológica reproductiva (Valera y Garay, 2017).

En la perifísis, por ejemplo, si la parte propagada en un árbol con un fuste vertical definido, es una rama de crecimiento horizontal, los individuos resultantes

mantendrán esa dirección de crecimiento (plagiotrópico), en vez de la vertical (ortotrópico). Algunos autores limitan el término topofísis al aspecto vegetativo, dejando el término perifísis como un efecto de localización, como en el caso de hojas de sombra y de sol en un árbol (Valera y Garay, 2017).

Restricción de la Base Genética: El uso de la propagación vegetativa en plantaciones (clonales) a gran escala, ha traído a colación el problema de la restricción de la base genética, debido al riesgo que conlleva el tener un material genéticamente muy homogéneo, por ejemplo, con la aparición de plagas y enfermedades y por las variaciones que naturalmente existen en los medios de plantación (Valera y Garay, 2017).

Esto último ha sido de poca importancia en el caso agrícola, ya que, comparado al caso forestal, el ambiente es más fácilmente controlado y manipulado, considerándose más fácil, más flexible y más justificable económicamente. En el caso forestal se ha trabajado con la sectorización de los sitios de plantación, en bloques relativamente pequeños, de dimensiones entre 25 y 50 ha, en cada uno de los cuales se planta el clon más apropiado a sus características. Mucho se ha discutido sobre cuánto puede reducirse la base genética de un cultivo forestal, no habiendo una muy clara definición al respecto. Por ahora, las decisiones parecen basarse en el conocimiento que se tenga sobre la variación de la especie con relación a las variaciones del ambiente de plantación (Valera y Garay, 2017).

Como principio fundamental, se debe mantener una base genética mínima que pueda soportar cualquier situación de naturaleza catastrófica. Se han dado recomendaciones que van desde seis hasta 700 clones, siendo los números entre 30 y 40 los más populares para el caso de huertos semilleros clónales, y entre 10 y 20 para plantaciones clónales. Un hecho que se señala muy frecuentemente es la necesidad de ampliar al máximo las fuentes de selección, reduciendo al mínimo el número de ellas en un mismo sitio; esto permite trabajar con un número razonablemente bajo de tipos genéticos (Valera y Garay, 2017).

En las plantaciones clónales, se discute sobre la forma de distribuir los clones, siendo la opinión de muchos especialistas de que deben ser mezclados, como en el caso de huertos semilleros; para ello, se alega que son la mejor garantía contra una devastación ante el ataque de plagas y enfermedades. Una alternativa considerada es la mezcla de pocos clones con características similares (Valera y Garay, 2017).

4. ACTIVIDADES REALIZADAS.

4.1 UBICACIÓN.

Las actividades de la pasantía se llevaron a cabo en la empresa Reforestadora del Sinú Sucursal Colombia, en los departamentos de Córdoba y Antioquia. Dichas actividades constaron de una selección, recolección de material vegetal y propagación de árboles plus en el municipio de Valencia – Córdoba, las Platas – Antioquia y Turbo - Antioquia. La propagación del material recolectado de los árboles plus en los rodales semilleros se implementó en el vivero La Ribera ubicado en el corregimiento de Jaraquiel del municipio de Montería – Córdoba.

4.2 SELECCIÓN DE ÁRBOLES CANDIDATOS O PLUS DE EUCALIPTO (*EUCALYPTUS GRANDIS* X *EUCALYPTUS UROPHYLLA*) EN LA REFORESTADORA DEL SINÚ.

4.2.1 Tiempo de la actividad. La selección de los árboles se realizó entre los meses de mayo hasta julio del año 2019, se visitaron los rodales semilleros de la empresa con el objetivo de obtener árboles con características deseadas y sobresalientes dentro de las plantaciones.

4.2.2 Selección de árbol. Para esta actividad se hizo un recorrido por las plantaciones forestales de la empresa, implementando el método de selección clásico por comparación de árboles candidatos, que consiste en seleccionar árboles con características fenotípicas deseadas en comparación con otros árboles vecinos, preseleccionando los mejores árboles que luego serán escogido como árbol plus.

4.2.3 Georreferencia de árboles plus y colecta de material vegetal. Una vez seleccionados los árboles se procede a identificarlos y georreferenciarlos, para recolectar su material vegetal (semilla). Para la evaluación fenotípica de los árboles candidatos o plus con sus mejores vecinos se optó por hacer una medición en un radio de 20 metros, considerando los siguientes caracteres deseados: Árbol sin gambas, fuste recto, pocos nudos, copa del árbol simétrica y no muy frondosa, ramas con un ángulo de inserción de 45° , dominante en altura, sanidad del árbol, diámetro a la altura de pecho “DAP” y altura comercial (Figura 1).

En las tabla 1, 2 y 3, se observa las características fenotípicas a evaluar de los árboles seleccionados en los predios visitados en los diferentes municipios que se encuentran las plantaciones forestales de la empresa , estos parámetros se utilizaron en la empresa de acuerdo a la metodología de Zobel y Talbert, donde se escogieron los árboles candidatos al compararlos con sus mejores vecinos, al llegar a los rodales semilleros de la empresa se digito en la tabla de campo la fecha de

selección, la edad de la plantación, municipio, propietario, predio, rodal y seleccionador.

Las características fenotípicas tenidas en cuenta para la selección fueron las siguientes:

Tabla 1. Características fenotípicas para la selección de árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”.

CARACTERÍSTICA FENOTÍPICA	REPRESENTACION ALFA/NUMERICA	DESCRIPCION
Copa del árbol	1	Árbol con copa poco frondosa y simétrica
	2	Árbol con copa medianamente frondosa y simétrica
	3	Árboles con copa muy frondosa y poco simétrica,
Angulo de inserción	1	Las ramas del árbol presentan un ángulo de 45°
	2	Las ramas del árbol presentan un ángulo menor de 45°
Fuste	1	Tronco del árbol recto
	2	Tronco del árbol levemente torcido
	3	Tronco del árbol muy torcido
Bifurcación	1	Árbol no presentan bifurcación
	2	Árbol si presentan bifurcación
Estado fitosanitario	1	Árbol no presenta enfermedad
	2	Árbol si presenta enfermedad
Posición sociológica	D	Árboles Dominante
	C	Árbol Codominante
	I	Árbol Intermedios
	S	Árbol Suprimido
Número de vecinos “DAP”		Cantidad de árboles presentes en un radio de 20 metros del árbol candidato
		Diámetro del tallo del árbol a la altura de pecho
Altura comercial		Altura del árbol de interés comercial

También hay que tener en cuenta la designación de los códigos que se implementaron para cada árbol, como también las coordenadas de georreferenciación de dichos árboles. Esta metodología fue utilizada en todos los predios visitados donde se encontraban los árboles plus.

Figura 1. Selección de árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis* X *Eucalytus urophylla*”.

(A: Lotes semilleros; B: Selección; C: Georreferenciación; D: Marcación).



Tabla 2. Selección de árboles plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*”. Valencia – Córdoba. Predio “Alejandría”.

Fecha de selección:		28/05/2019 y 29/05/2019		Municipio	Valencia								
Edad		2014		Propietario	RSSC								
				Predio	Alejandría								
				Rodal	BN02 1402 y UGS 1401								
				Seleccionador	Samir Padilla H.								
Árbol	Código	Coordenadas		Características cualitativas									
		Norte	Oeste	DAP	Fuste (1,2,3)	Copa (1,2,3)	Ángulos de ramas (1,2,3)	Bifurcación (1,2)	E.F	Posición sociológica	N# vecinos	Altura (m)	
Candidato	RSA17	8° 7' 25,5"	76° 19' 32,2"	18,7	2	1	1	1	1	D	6	21,6	
Testigo 1				20,7	2	3	1	1	1	C	7	20,6	
Testigo 2				17,0	2	2	1	1	1	C	7	19	
Testigo 3				21,4	3	3	2	1	Cancro	C	7	22,3	
Testigo 4				22,3	2	3	2	1	1	D	5	22,8	
Candidato	RSA18	8° 7' 27,9"	76° 19' 33,8"	19,8	2	2	2	1	1	D	6	24,8	
Testigo 1				19,6	2	3	3	1	1	C	6	20,4	
Testigo 2				22,4	2	2	2	1	Cancro	C	2	25,2	
Testigo 3				23	3	3	2	2	1	C	5	22,7	
Testigo 4				24,6	3	3	2	1	Cancro	D	2	21,1	
Candidato	RSA19	8° 7' 25"	76° 19' 33,2"	21,2	2	2	2	1	1	D	7	24	
Testigo 1				19,3	2	2	3	1	Cancro	C	5	19	
Testigo 2				23,8	2	3	2	1	1	C	5	24,8	
Testigo 3				22,2	2	2	2	1	Cancro	C	7	23,6	
Testigo 4				19,7	2	2	2	1	1	C	5	20,8	
Candidato	RSA23	8° 7' 19,6"	76° 20' 39,1"	25,2	1	2	1	1	1	D	3	24,9	
Testigo 1				21,4	2	2	2	1	Cancro	C	3	21,4	
Testigo 2				18,3	2	2	2	1	Cancro	C	2	21,6	
Testigo 3				14,4	3	3	2	2	Cancro	C	3	17,9	
Testigo 4				20	2	2	2	1	Cancro	D	4	22,4	

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

En la tabla 2 se observa las características cualitativas evaluadas en los árboles candidatos con respecto a sus mejores vecinos, esto implica que para cada árbol seleccionado se suministró una información individual de cada uno de ellos, es decir que se tuvo en cuenta los parámetros más sobresalientes. Para la selección de los

árboles candidato (RSA 17, RSA 18, RSA 19 y RSA 23) se denota que los caracteres fenotípicos que mayor influencia presentaron fueron la copa, ángulo de la rama, bifurcación, estado fitosanitario y posición sociológica, es decir que comparados con sus vecinos uno o varios de los parámetros mencionados anteriormente sobresalen en los árboles candidatos, sin dejar a un lado el DAP, el Fuster y la altura comercial que también tiene un efecto determinante pero con menos influencias en dichos árboles.

Tabla 3. Selección de árboles plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*”. Municipio Valencia – Córdoba Predio “Gracias a Dios” y “La Primavera”.

Fecha de selección:		29/05/2019 y 31/05/2019		Municipio	Valencia - Córdoba y Turbo - Antioquia							
Edad		2014		Propietario	RSSC							
				Predio	Alejandría "Gracias a Dios" y La Primera							
				Rodal	BN02 1401 y Mixto							
				Seleccionador	Samir Padilla H.							
Árbol	Coordenadas			Características cualitativas								
	Código	Norte	Oeste	DAP	Fuste (1,2,3)	Copa (1,2,3)	Ángulos de ramas (1,2,3)	Bifurcación (1,2)	E.F	Posición sociológica	N# vecinos	Altura (m)
Candidato	RSG20	8° 7' 5,4"	76° 72' 58,9"	19,6	2	2	2	1	1	D	4	23
Testigo 1				17,4	2	2	2	1	Cancro	C	2	21,2
Testigo 2				21,6	2	2	2	1	Cancro	C	3	21,2
Testigo 3				17,8	2	2	2	1	Cancro	C	4	24,2
Testigo 4				17,6	3	2	2	1	Cancro	C	2	17,9
Candidato	RSP21	8° 9' 15,6"	76° 30' 24,5"	20,7	2	1	2	1	1	D	5	24,8
Testigo 1				22,2	3	2	2	1	Cancro	C	4	24,2
Testigo 2				26,7	2	3	2	1	Cancro	C	3	23,6
Testigo 3				22,5	2	3	2	2	1	C	5	22,4
Testigo 4				20	2	2	2	1	1	D	5	22,8
Candidato	RSP22	8° 9' 6,3"	76° 30' 24,6"	23,2	2	2	2	1	1	D	7	24,8
Testigo 1				22,5	2	3	2	1	1	C	5	22,4
Testigo 2				20	2	2	2	1	1	D	5	22,2
Testigo 3				17,8	3	2	2	1	Cancro	C	4	24,3
Testigo 4				18	2	2	2	1	1	C	4	23,3

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

En la tabla 3 se observa que los árboles candidatos seleccionados en los predios mencionados en la tabla, a diferencia de la tabla 1 los caracteres fenotípicos que más influencia presentaron en estos árboles fueron la copa, el estado fitosanitario y la posición sociológica, lo que quiere decir que estos árboles al ser comparados con sus testigos estuvieron sanos, con una copa poca a medianamente frondosa y simétrica, también se puede ver que presentaron una dominancia con respecto a los demás que los rodeaban. Al igual que la tabla 1 se tiene en cuenta el DAP, el Fuste, el ángulo de inserción de la rama, la bifurcación y la altura comercial pero con menos influencia que los demás.

Tabla 4. Selección de árboles plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*”. Árbolete - Antioquia. Predio “Bella Herlinda”.

Fecha de selección:		11/06/2019 y 26/06/2019		Municipio	Árboletes							
Edad	2014			Propietario	RSSC							
				Predio	Bella Herlinda							
				Rodal	IPEF 1501							
				Seleccionador	Samir Padilla H.							
Árbol	Coordenadas			Características cualitativas								
	Código	Norte	Oeste	DAP	Fuste (1,2,3)	Copa (1,2,3)	Ángulos de ramas (1,2,3)	Bifurcación (1,2)	E.F	Posición sociológica	N# vecinos	Altura (m)
Candidato	RSB 24	8° 40' 36,1"	75° 56' 2,1"	19,5	2	2	2	1	1	D	6	19,0
Testigo 1				19,4	2	3	1	1	1	C	4	16,9
Testigo 2				17,3	2	2	2	1	1	C	5	17,6
Testigo 3				16,8	1	2	2	1	1	D	7	16,5
Testigo 4				21,0	2	3	2	1	2	D	3	18,6
Candidato	RSB 25	8° 29' 28"	76° 25' 36,3"	19,8	1	2	1	1	1	D	4	21,7
Testigo 1				18,0	2	2	2	1	2	C	3	18,9
Testigo 2				15,3	2	2	2	1	1	D	3	21,5
Testigo 3				18,6	2	2	2	1	1	C	4	19,5
Testigo 4				20,2	2	3	2	1	1	C	2	21,3
Candidato	RSB 26	8° 29' 25"	76° 25' 22,7"	18,9	2	2	2	1	1	D	3	22,6
Testigo 1				24,0	2	3	2	1	2	D	3	21,3
Testigo 2				15,6	3	2	2	1	1	C	2	19,5
Testigo 3				16,0	3	3	2	2	2	C	3	18,6
Testigo 4				14,7	2	2	2	1	1	C	4	19,2
Candidato	RSB 27	8° 29' 25"	76° 25' 25"	24,4	2	2	2	1	1	D	3	22,4
Testigo 1				16,2	2	3	2	1	1	C	3	20,4
Testigo 2				13,0	2	3	3	1	2	C	3	18,8
Testigo 3				17,2	2	3	3	1	1	C	4	19,4
Testigo 4				20,0	2	2	2	1	2	C	3	20,1

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

En la tabla 4 se observa que los árboles candidatos seleccionados se diferencian de los árboles anteriores que están en la tablas (1,2) ya que la mayor influencia de

los caracteres fenotípicos en estos árboles se presentaron en el DAP y la altura comercial, es decir que los árboles seleccionados presentaron un mayor DAP y una mayor altura comercial con respecto a sus vecinos. Al igual que las anteriores tablas los demás caracteres cualitativos deseados se tuvieron en cuenta pero con menor influencia.

4.3 RECOLECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL DE ÁRBOLES CANDIDATOS O PLUS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) EN LA REFORESTADORA DEL SINÚ.

4.3.1 Tiempo de la actividad. La recolección del material vegetal y propagación se realizó entre los meses de julio - noviembre del 2019, es decir, la recolecta del material se fracciono durante estos meses para la manipulación y conservación del material vegetal hasta llegar al sitio de siembra, la propagación se llevó a cabo simultáneamente a la recolecta con el fin de tener mayor eficiencia y menor perdida de material.

4.3.2 Materiales y herramientas. Se seleccionaron las herramientas para la recolecta, como tijeras podadoras, corta ramas, toallas de papel absorbente, cinta para la enjertación, alcohol para la desinfección de las herramientas, cinta de papel, marcadores, bolsa ziploc, cinta transparente y navaja.

Figura 2. Materiales y herramientas de trabajo.



4.3.3 Colecta de material vegetal. Se escogieron las ramas de los árboles selectos para la multiplicación, luego se procedió a escalar cada árbol semilla y coleccionar el material vegetal. En esta actividad se tuvo en cuenta coleccionar ramas que estuvieran en buen estado, con muchos brotes apicales y de fácil acceso. El procedimiento de escalado se realizó por una persona capacitada y con un equipo de seguridad (Arnés), con el fin de brindar una buena recolecta, también la comodidad y la seguridad de éste.

Figura 3. Recolección del material de árboles candidatos o plus del híbrido "*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*"



Escalado de los arboles

Material vegetal

El proceso de empaque del material vegetal utilizado en estaquillado, injerto e inducción de brotes se hizo en papel adsorbente sellado con cinta, se identificaron con el código del árbol, fecha de recolección, ubicación, nombre del rodal, posteriormente se hidrataron las muestras para mantenerlas fresca, solo para el método de estaquillado se depositaron en una bolsa ziploc. Para el almacenamiento

se utilizó una cava con una capa de hielo en la parte inferior seguida de una capa de cartón, para mantener el frío evitando quemaduras en el material vegetal. El transporte del material se hizo en motocicleta y carro desde el rodal hasta el vivero que se encuentra en Jaraquiel - Montería.

Figura 4. Proceso de recolección del material vegetal de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalyptus urophylla*”.

(A: Corte del material vegetal; B: Empaque; C: Sellado con cinta; D: Código; E: Marcado; F: Hidratación; G: Deposito en bolsa Ziploc; H: Capa de hielo; I: Capa de cartón; J: Deposito del material vegetal).



4.4 TECNICAS DE PROPAGACIÓN A EVALUAR.

4.4.1 Tiempo de ejecución de la actividad. Luego de la recolección del material se procedió a propagar los árboles seleccionados, esto se realizó entre los meses de julio-noviembre del año 2019.

4.4.2 Técnicas de propagación. Las técnicas de propagación a evaluar fueron:

Propagación por estaquillado

Propagación por injerto

Propagación por inducción de brotes.

4.4.2.1 Propagación por estaquillado. Para esta técnica de propagación se implementó en campo el corte de los ápices de las ramas de todos los árboles semilleros. Se tomó la mayor parte de las estaquillas en una porción de aproximadamente 13 cm de largo. En vivero, al material vegetal recolectado se le recorta el extremo donde fue realizado el corte en campo, con el objetivo de eliminar los procesos oxidativos que se pudieron presentar durante el transporte. En el sitio del establecimiento, los brotes tratados son clasificados en macro y mini estacas de acuerdo a su longitud, siendo las mini estacas aquellas de máximo 5 cm de largo y las macro estacas mayores a 5 cm de largo.

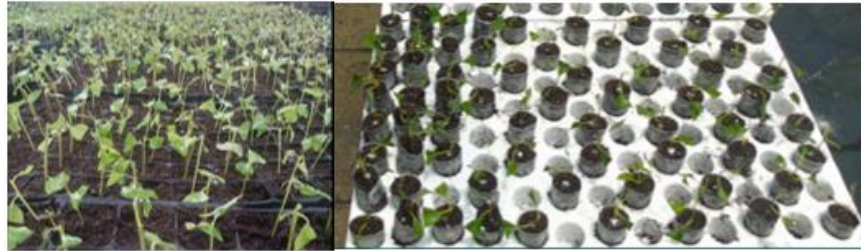
Figura 5. Recolección de estaquillas de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”.

(A: Corte de brotes; B: Brotes; C: Empaque de botes; D: Sellado con cinta; E: Sellado completo; F: Marcación de los brotes).

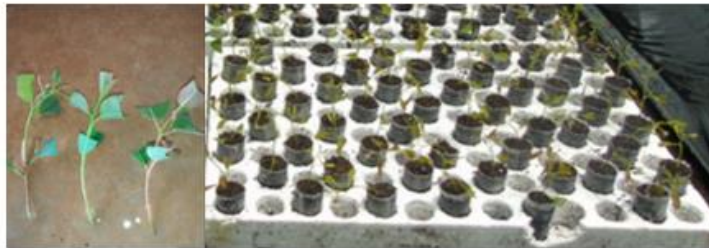


El proceso de estaquillado se llevó a cabo en partes separadas para facilitar el manejo y disposición de las estaquillas, es decir, se dividieron en contenedores separados las macro estaquillas de las mini estaquillas con el objetivo de llevar un registro adecuado y específico de todo el proceso de propagación del material vegetal.

Figura 6. Macro y mini estaquilla de los árboles candidatos o plus del híbrido
“Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”



Macro estaquillas



Mini estaquillas

En el proceso de implementar esta técnica, se realizaron varias cosechas por problemas de prendimiento de las yemas, como resultado se obtuvo un alto índice de mortalidad, debió al Manejo del material vegetal, transporte, mal uso de la hormona y herramientas, entre otros. La tabla 5 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 5. Propagación por estaquillado de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”

FECHAS DE RECOLECCIÓN				ESTACAS		
Árbol	Fecha N° 1	Fecha N° 2	Fecha N° 3	# de Estaquilla colectadas	E. eliminadas	Stock de estaquilla
RSA 05	14/06/2019	5/07/2019		142	137	5
RSA 06	14/06/2019			166	166	0
RSA 07	14/06/2019			92	92	0
RSA 17	14/06/2019	26/07/2019		126	70	56
RSA 19	14/06/2019	26/07/2019		168	98	70
RSB 24	11/06/2019			62	62	0
RSB 25	11/06/2019			50	42	8
RSB 26	26/06/2019			31	31	0
RSB 27	26/06/2019			144	144	0
RSA 13	27/06/2019	26/07/2019		36	36	0
RSA 18	27/06/2019			92	92	0
RSG 20	27/06/2019	2/08/2019		285	285	0
RSA 23	26/07/2019	26/08/2019		209	199	10
RSV 01	5/07/2019	27/07/2019	26/08/2019	351	330	21
RSP 21	5/07/2019			102	99	3
RSP22	5/07/2019			94	93	1

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

En la tabla 5 se observa los distintos árboles plus propagados por el método de estaquillado, se resalta que no todos los árboles recolectados y propagados

sobrevivieron, además de las distintas fechas que se implementaron para realizar las recolecciones de material vegetal. De lo anterior se puede decir que solo los árboles RSA (05, 17,19, 23), RSP (21, 22), RSV 01 y RSB 25 fueron los que se pudieron propagar por este método. Los híbridos RSA 17 y 19 presentaron más de 40 % de propagación frente a los demás que si propagaron pero con un porcentaje inferior al 17 %, que para un ensayo de campo el porcentaje es muy bajo.

4.4.2.2 Propagación por injerto. En esta técnica de propagación asexual se presentan diversos métodos de injertación como lo son: injerto de hendidura o púa, inglés, empalme y laterales. El método que se utilizó en la empresa fue el de injertación por hendidura o púa ya que presento mejor prendimiento en las yemas y menos mortandad después de realizar los injertos. Para poner en práctica estos métodos, se recolecto el materia vegetal (yemas) junto con los brotes de los árboles plus. Después de la recolecta se transportaron al sitio de injertación (Vivero), donde se encontraban patrones. Este procedimiento se le aplico a todos los árboles plus seleccionado, con el fin de lograr la multiplicación de los árboles. Los resultados se presentan en la tabla 6.

Figura 7. Injertación de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*”.

(A: Corte de yemas; B: Empaque de yemas; C: Marcación; D: Corte del patrón; E: Injertación; F: Árboles injertado).



Tabla 6. Propagación por enjertación de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”

FECHAS DE RECOLECCIÓN				INJERTOS	
Árbol	Fecha N° 1	Fecha N° 2	Fecha N° 3	N° Injertos	Injertos vivos
RSA 05	14/06/2019	5/07/2019		5	2
RSA 06	14/06/2019			2	2
RSA 07	14/06/2019			3	3
RSA 17	14/06/2019	26/07/2019		7	0
RSA 19	14/06/2019	26/07/2019		6	0
RSB 24	11/06/2019			3	3
RSB 25	11/06/2019			3	2
RSB 26	26/06/2019			3	1
RSB 27	26/06/2019			3	1
RSA 13	27/06/2019	26/07/2019		7	2
RSA 18	27/06/2019			5	0
RSG 20	27/06/2019	2/08/2019		15	1
RSA 23	26/07/2019	26/08/2019		5	0
RSV 01	5/07/2019	27/07/2019	26/08/2019	12	0
RSP 21	5/07/2019			2	0
RSP22	5/07/2019			3	0

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

De la tabla 6 se puede observar todos los árboles propagador por el método de injertación, este a diferencia del anterior método fue más efectivo ya que presento menor mortandad en el prendimiento de las yemas injertadas, cabe resaltar que al igual que el método de estaquillado algunos árboles no se pudieron multiplicar debido a la muerte del punto de inserción de la yema y el patrón. También se muestra los árboles RSA (05, 06, 07, 13), RSB (24, 25, 26, 27) y RSG 20, los cuales fueron multiplicados por el método de injertación. Para los árboles RSP 21 y 22 se tiene en cuenta que para la multiplicación de ellos fue baja ya que al momento de cosechar dichos árboles el acceso a ellos fue difícil, es decir que solo se logró cosechar una vez ya que el distanciamiento entre el punto de cosecha y el punto de establecimiento se encuentran distanciado, por ende se hacía difícil el traslado del material vegetal.

4.4.2.3 Propagación por inducción de brotes (ramas). La inducción de brote es una técnica de propagación vegetativa que se utiliza con el fin de producir brotes nuevos (epicórmicos), provenientes de inserciones al árbol cuyas características son favorables fenotípicamente en un programa de mejoramiento genético. Existen varios métodos de inducción de brotes que permiten propagar plantas difíciles de multiplicar, entre ellos se encuentra la inducción de brotes basales y brotes de estacas (ramas). La empresa Reforestadora del Sinú actualmente implemento la inducción de brotes de estacas (ramas) colectadas en rodales semilleros, el proceso que se llevó a cabo es la colecta de ramas del tercio medio del árbol seleccionado, que posteriormente se le realizo un corte aproximadamente de 15 a 20 centímetros

(cm) de longitud, este material igual que los brotes apicales y las yemas de injertación fueron trasportado al vivero donde se establecieron para la producción de brotes en un ambiente controlado.

Figura 8. Inducción de brotes de los árboles candidatos o plus del híbrido

“Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla”.



Al igual que la propagación por injertos y por brotes apicales (estaquillado), se estableció una tabla de datos con el fin de llevar el registro y así poder analizar los resultados

Tabla 7. Propagación por inducción de brotes (rama) de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”.

FECHAS DE RECOLECCIÓN				RAMAS			
Árbol	Fecha N° 1	Fecha N° 2	Fecha N° 3	N°	#	Ramas	Ramas
				Ramas	brotadas		Muertas
RSA 05	14/06/2019	5/07/2019		5			5
RSA 06	14/06/2019			3			3
RSA 07	14/06/2019			3			3
RSA 17	14/06/2019	26/07/2019		7			7
RSA 19	14/06/2019	26/07/2019		6			6
RSB 24	11/06/2019			2	1		2
RSB 25	11/06/2019			2			2
RSB 26	26/06/2019			4			4
RSB 27	26/06/2019			4	2		4
RSA 13	27/06/2019	26/07/2019		9	4		9
RSA 18	27/06/2019			4	2		4
RSG 20	27/06/2019	2/08/2019		7	1		7
RSA 23	26/07/2019	26/08/2019					
RSV 01	5/07/2019	27/07/2019	26/08/2019	7	1		7
RSP 21	5/07/2019			4			4
RSP22	5/07/2019			4			4

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

De la tabla 7 se observa todos los árboles propagados por el método de inducción de brotes, este método fue el que menos resultado presento ya que todos los brotes germinados mueren en un corto tiempo, posterior a eso las ramas recolectadas para inducir los brotes también mueren, este método solo se utilizó en las primeras dos recolectas del material vegetal, en la primera recolecta del material se indujo 3 porciones de ramas para generar brotación, luego en la segunda recolecta se dispuso inducir el resto de ramas para brotación que se presentan en la tabla7, posterior a eso se procedió a no realizar más el método porque no evoluciono como se esperaba.

Para aumentar la probabilidad de sobrevivencia y éxitos del material vegetal con respecto a las técnicas de propagación, se implementó recolectas del material en menor tiempo posible y siembra con concentraciones de hormonas de crecimiento, es decir se recolectó el material fraccionadamente durante los meses estipulados, esto con el fin de poder tener un material fresco y sin oxidación al momento de propagarlo, por otra parte la siembra del material se realizó el mismo día que el material llegó al sitio a plantar, implementando la hormona de crecimiento ácido indol butírico en concentraciones de 4000 y 5000 ppm.

Tabla 8. Porcentaje de los diferentes métodos de propagación de los árboles candidatos o plus del híbrido “*Eucalyptus grandis X Eucalytus urophylla*”.

Árbol	Secuencia			Métodos (%)				
	Fecha N° 1	Fecha N° 2	Fecha N° 3	Stock estaquilla	de Injertos vivos	Injerto	Inducción de brotas # brotadas	Ramas
RSA 05	14/06/2019	5/07/2019		3,5		40	0,0	
RSA 06	14/06/2019			0,0		100	0,0	
RSA 07	14/06/2019			0,0		100	0,0	
RSA 17	14/06/2019	26/07/2019		44,4		0	0,0	
RSA 19	14/06/2019	26/07/2019		41,7		0	0,0	
RSB 24	11/06/2019			0,0		100	50,0	
RSB 25	11/06/2019			16,0		67	0,0	
RSB 26	26/06/2019			0,0		33	0,0	
RSB 27	26/06/2019			0,0		33	50,0	
RSA 13	27/06/2019	26/07/2019		0,0		29	44,4	
RSA 18	27/06/2019			0,0		0	50,0	
RSG 20	27/06/2019	2/08/2019		0,0		7	14,3	
RSA 23	26/07/2019	26/08/2019		4,8		0	0,0	
RSV 01	5/07/2019	27/07/2019	26/08/2019	6,0		0	14,3	
RSP 21	5/07/2019			2,9		0	0,0	
RSP22	5/07/2019			1,1		0	0,0	

Fuente: Datos tomados en campo REFORESTADORA DEL SINÚ.

En la tabla 8 se presenta los porcentajes de los distintos métodos de propagación utilizados en la empresa, en el método de estaquillado se logra observar que los árboles con mayor porcentajes de propagación fueron los RSA 17 y 19 con un porcentaje de 44,4 % y 41,7 respectivamente, los árboles RSP (21, 22), RSA 23 y RSV 01 fueron propagados por este método de propagación aunque con menor porcentaje. Para el método de propagación por injerto se puede observar que los árboles que presentaron mayor porcentaje de propagación son RSA (06, 07) y RSB 24 que tienen un porcentaje del 100 %, los árboles RSA (05, 13), RSB (25, 26, 27) y RSG 20 también fueron propagados con este método pero con un porcentaje menor a los primeros ya mencionados. Para el método de inducción de brotes fue el menos utilizados ya que el proceso no fue tan eficiente al momento de ser utilizado, a diferencia de los métodos anteriores este presento la mayor mortandad de los árboles recolectados, aunque presentaron un porcentaje del 50 % en los árboles RSB (24, 27), RSA 18 con 50% y RSA (13, 23), RSG 20, RSV 01 con un porcentaje menor al 50 %, cabe resaltar que al transcurrir el tiempo después de la inducción, los brotes germinados se murieron, también que al pasar un lapso de tiempo determinado (dos meses) las ramas que fueron utilizadas para este método se murieron para cada árbol recolectado.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que en al momento de implementar los métodos de propagación utilizados en la empresa no hubo una variables determinante en los árboles seleccionados y propagados ya que es dependiente del comportamiento de los árboles individualmente y de manipulación del material

vegetal a utilizar, esto es corroborado por (Gutiérrez et al, 1994), que afirman lo dicho por (Schimizu, 1988), donde expresa que una práctica muy habitual en el uso de árboles superiores es la selección de individuos plus o líderes y emplearlos en los programas de mejoramiento genético. El comportamiento de estos individuos es una respuesta al efecto combinado de las características genéticas de los árboles, de la calidad del medio ambiente, de la intensa y especializada manipulación y de la interacción entre estos, por lo tanto, no necesariamente los individuos propagados tendrán el mismo comportamiento.

En el proceso de propagar los árboles de esta especie por medio del método de estaquillado, injertación e inducción de brotes, se tiene una breve inclinación al sistema de siembra por el método de estaquillado ya que es el más utilizado para esta especie por sus buenos resultados, sus bajos costo económicos al implantarlo, sin dejar a un lado el método de injertación ya que también se implementa para estos árboles pero con menos frecuencia, esto es debido a la mano de obra calificada para el proceso y el alto costo económico comparado con el método de estaquillado.

5. CONCLUSIONES

La propagación vegetativa en Eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*), no representa una alternativa excluyente para la propagación sexual; sino un complemento en la explotación de los mejores genotipos dentro de un programa continuo de selección y mejoramiento genético.

El método de ZOEL en la selección de árboles plus de la especie eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) utilizados en la empresa presento buenos resultado ya que todos los árboles seleccionados fueron los mejores en comparación con sus mejores vecinos, puesto que presentaban las características deseadas dentro de los parámetros de la empresa.

Se puede afirmar que a pesar de ser la misma especie de eucalipto (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) y bajo la misma condiciones no tiene el mismo porcentaje de propagación, esto es le puede atribuir a la manipulación del material vegetal y a la habilidad del injertador.

En resumen tenemos que ninguno de los métodos de propagación realizados presento una variable determinante a la hora de recomendar un método de propagación de las especie (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*) en la empresa Reforestadora del Sinú Sucursal Colombia.

La aplicación de hormona sintética ácido indol butírico (IBA) en las estacas a propagar reflejaron un mayor enraizamiento y menor tasa de mortandad al momento de utilizar la técnica de propagación por estaquillado en la empresa.

6. RECOMENDACIONES.

Luego de realizar la pasantía en la empresa Reforestadora del Sinú Sucursal Colombia, recomiendo aumentar el número de pasantes y practicantes en esta entidad, ya que podrían ayudar a llevar a cabo los proyectos de investigaciones de la empresa.

Se recomienda a la empresa Reforestadora del Sinú, que cada contratista, técnico o profesional encargados de los proyectos de investigación, puedan darles recomendaciones pertinentes y precisas a los trabajadores sobre cómo manejar técnicamente las plantaciones forestales que son plantadas en los departamentos correspondientes de la empresa en nuestro país. Esta recomendación nace ya que actualmente muchos de los trabajadores de las empresas forestales no cuentan con una capacitación técnica del manejo adecuado de las plantaciones.

Además, implementar el uso de herramientas tecnológicas, para la realización de las actas de visita a predios, puesto que es desgastante y lleva mucho tiempo en campo llenar éstas. Además de toda la cantidad de actas que se deben imprimir para la realización de dicha labor, lo cual contribuiría a bajar al consumo de papel de una manera significativa para nuestro planeta, y así bajarle a la contaminación.

BIBLIOGRAFIA.

Daetz, C. 2015. Evaluación del crecimiento de plantaciones de eucalipto en Lanquín, alta Verapaz. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Licenciatura en ingeniería forestal con énfasis en silvicultura y manejo de bosques.

Espitia, M., Murillo, O., Castillo, C. 2011. Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.) En Córdoba (Colombia).

Gutiérrez B., Chung P., Ipinza R. 1994. Propagación vegetativa y silvicultura clonal en eucalipto. División Silvicultura INFOR; Mejoramiento Genético UACH • CONAF. INFOR Empresas.

Harwood, C. 2011. Introductions: Doing it Right. In 'Developing a Eucalypt Resource: Learning from Australia and Elsewhere'. (Ed. J Walker) pp. 43-54. (Wood Technology Research Centre, University of Canterbury: Christchurch, New Zealand).

Ipinza, R. 2014. Instituto Forestal, Valdivia, Chile. 152 Publications 295 Citations. Métodos de selección de árboles plus. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/255949339 Metodos de Selección de Árboles Plus](https://www.researchgate.net/publication/255949339_Metodos_de_Seleccion_de_Arboles_Plus). [19 agosto 2019]

Llanos, L. 2017. Selección de progenies superiores de *Tectona grandis* L.f. en el norte del Tolima.

Mendieta, S., Gómez, A., Ramírez, M. 2012. Monitoreo de la chinche del eucalipto *Thaumastocoris peregrinus* (Carpintero & Dellapé) en plantaciones de los departamentos de Alto Paraná y Caazapá.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural “MINAGRICULTURA”. 2018. Cadena forestal. Indicadores e instrumentos agosto 2018. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Forestal/Documentos/2018-08-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf#search=Cifras%20sectoriales%20plantaciones%20forestales%20en%20colombia%20%20pdf> . [20 septiembre de 2019]

Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación “FAO”. 2012. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América latina. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/j7354s/j7354s00.htm#TopOfPage> [19 de jul. de 19]

Reforestadora del Sinú. 2013. <http://www.refosinu.com/>. Recuperado de, <http://www.refosinu.com/web/refosinu-foundation?lang>. Recuperado [18 de junio de 2019].

Schimizu, J., 1988. Vegetative Propagation for Tree Improvement and Operational Plantings. En: Actas del Simposio de Manejo Silvícola del Género Eucalyptua. Via del Mar. Chile. 9 - 10 de Junio. 1988. 10 p.

Valera, L., Garay, V. 2017. Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Tema 3.- propagación asexual de plantas. Recuperado de: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf>. [06 de agosto de 2019].

Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., Murillo, O. 2010. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal.

Zobel B J., J T Talbert (1988). Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Ed. Limusa. México. 545 p