

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE BOLSA Y LA EDAD DE LOS PLANTONES
DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) SOBRE LA CALIDAD EN
VIVERO Y TERRENO DEFINITIVO, TINGO MARÍA – HUÁNUCO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

BRAYAN ANDRÉ CALDAS DE LA CRUZ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de junio del 2016, a horas 11:00 a.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Conservación de Suelos y Agua, para calificar la Tesis titulada:

“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE BOLSA Y LA EDAD DE LOS PLANTONES DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) SOBRE LA CALIDAD EN VIVERO Y TERRENO DEFINITIVO, TINGO MARÍA – HUÁNUCO.”

Presentado por el Bachiller **CALDAS DE LA CRUZ, Brayan André**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 04 de julio de 2016.


Ing. M. Sc. **CASIANO AGUIRRE ESCALANTE**
PRESIDENTE


Ing. **WARREN RÍOS GARCÍA**
VOCAL


Ing. **RAUL ARAUJO TORRES**
VOCAL


Ing. M. Sc. **YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE**
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y la salud que me sirven en el logro de mis metas planteadas, así como bendecirme con su infinito amor.

A mis queridos padres: Jorge Caldas Muñoz y Delina de la Cruz Miraval por brindarme su invaluable apoyo en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables por brindarme el conocimiento para mi formación profesional

Al Ing. M.Sc. Vargas Clemente, Ytavclerh, docente principal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y asesor del presente trabajo de investigación por sus importantes recomendaciones en el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Palomino Vera, Frits, por su permanente colaboración en la ejecución de esta tesis.

Al Sr. Edis Gonzales Malpartida, por el apoyo brindando en las evaluaciones, y a cada una de las personas que me apoyaron en la ejecución de la presente tesis, mi agradecimiento infinito.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. El Vivero	3
2.1.1. Producción de plantones en bolsas	4
2.1.2. Manejo silvicultural de plantones	5
2.2. Crecimiento y desarrollo de las plantas.....	7
2.3. Calidad de planta y tipos de calidad.....	10
2.3.1. Relación entre la calidad y el vivero.....	14
2.3.2. Características de calidad morfológica en plantones	16
2.3.3. Características de calidad de respuesta de los plantones.....	20
2.4. Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King.)	22
2.4.1. Aspectos generales de la especie	22
2.4.2. Características ecológicas <i>Swietenia macrophylla</i>	24
2.4.3. Fenología, polinización y dispersión	24
2.4.4. Semilla de caoba	25

2.4.5. Especificaciones técnicas de la especie en vivero.....	26
2.4.6. Plagas de <i>Swietenia macrophylla</i>	29
2.4.7. Tala ilegal de <i>Swietenia macrophylla</i>	30
2.5. Antecedentes de la investigación	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. Lugar de ejecución.....	39
3.2. Materiales	40
3.2.1. Material biológico.....	40
3.2.2. Insumos.....	40
3.2.3. Materiales y herramientas	40
3.2.4. Equipos	41
3.3. Metodología	41
3.3.1. Diseño de investigación.....	41
3.3.2. Diseño experimental.....	41
3.3.3. Unidad experimental.....	42
3.3.4. Tratamientos en estudio	43
3.3.5. Modelo aditivo lineal	43
3.4. Variables consideradas en el estudio.....	45

3.4.1. Variables sobre la calidad morfológica de plantones de caoba en fase de vivero.....	45
3.4.2. Variables sobre la calidad de respuesta en plantas de <i>S. macrophylla</i> King. en terreno definitivo	48
3.5. Actividades realizados	49
3.5.1. Fase de vivero.....	49
3.5.2. Fase de campo.....	51
3.5.3. Fase de gabinete.....	52
IV. RESULTADOS	55
4.1. Efecto de la edad de plantones de <i>S. macrophylla</i> King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en fase de vivero	55
4.1.1. Altura total de los plantones.....	55
4.1.2. Diámetro a nivel del cuello.....	57
4.1.3. Cantidad de hojas.....	59
4.1.4. Peso seco del vástago.....	61
4.1.5. Peso seco de la raíz	63
4.1.6. Índice de esbeltez.....	65
4.1.7. Razón Pa/Rz	67
4.1.8. Índice de Dickson	69

4.2.	Efecto de la edad de plántones de <i>S. macrophylla</i> King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en terreno definitivo.....	71
4.2.1.	Incremento en altura total de las plantas	71
4.2.2.	Incremento en diámetro a nivel de cuello en las plantas...	73
4.2.3.	Potencial de regeneración de raíces.....	75
4.2.4.	Supervivencia en plantas de caoba	77
4.2.5.	Coloración verde oscuro en plantas.....	79
4.2.6.	Coloración verde claro en plantas	81
4.2.7.	Correlación entre variables	83
V.	DISCUSIÓN	87
5.1.	Efecto de la edad de plántones de <i>S. macrophylla</i> King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en fase de vivero	87
5.2.	Efecto de la edad de plántones de <i>S. macrophylla</i> King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en terreno definitivo.....	91
VI.	CONCLUSIONES.....	93
VII.	RECOMENDACIONES	94
VIII.	ABSTRACT	95
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXOS	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Atributos morfológicos utilizados en el control de la calidad de plantones forestales y estudios científicos.....	17
2. Intervalos de calidad para los atributos morfológicos y fisiológicos.....	19
3. Comportamiento de la altura total del cedro en fase de vivero.....	32
4. Tratamientos considerados en el estudio.	44
5. Esquema de análisis de varianza de la investigación (vivero).	53
6. Esquema de análisis de varianza de la investigación (campo).	53
7. ANVA para la altura total de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	55
8. Comparación de medias para la altura total de los plantones de caoba por efecto de la edad.	56
9. Comparación de medias para la altura total de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	56
10. ANVA para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	57

11. Comparación de medias para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efecto de la edad.	58
12. Comparación de medias para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.	58
13. ANVA para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	59
14. Comparación de medias para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efecto de la edad.	60
15. Comparación de medias para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	60
16. ANVA para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	61
17. Comparación de medias para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efecto de la edad.	62
18. Comparación de medias para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	62
19. ANVA para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	63
20. Comparación de medias para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efecto de la edad.	64

21. Comparación de medias para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	64
22. ANVA para el índice de esbeltez de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	65
23. Comparación de medias para el índice de esbeltez en plantones de caoba por efecto de la edad.	66
24. Comparación de medias para el índice de esbeltez de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	66
25. ANVA para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	67
26. Comparación de medias para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efecto de la edad.	68
27. Comparación de medias para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	68
28. ANVA para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	69
29. Comparación de medias para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efecto de la edad.....	70
30. Comparación de medias para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	70

31. ANVA para el incremento en la altura en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	71
32. Comparación de medias para el incremento en altura en plantas de caoba por efecto de la edad.	72
33. Comparación de medias para el incremento en altura en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.	72
34. ANVA para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	73
35. Comparación de medias para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efecto de la edad.	74
36. Comparación de medias (Tukey) para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.	74
37. ANVA para la regeneración de raíces de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	75
38. Comparación de medias para la regeneración de raíces de los plantones de caoba por efecto de la edad.	76
39. Comparación de medias para la regeneración de raíces de los plantones de caoba por efecto del tamaño de la bolsa.	76
40. ANVA para la supervivencia en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	77

41. Comparación de medias para la supervivencia en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.....	78
42. Comparación de medias para la supervivencia en plantas de caoba por efecto de la edad.	78
43. ANVA para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	79
44. Comparación de medias para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.	80
45. Comparación de medias para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efecto de la edad.....	80
46. ANVA para la coloración verde claro en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.	81
47. Comparación de medias para la coloración verde claro en plantas de caoba por efecto de la edad.....	82
48. Comparación de medias para la coloración verde claro en plantas de caoba por efecto de la edad.....	82
49. Relación de los factores de estudio con los indicadores de la calidad de respuesta.	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Relación entre la edad de los plantones con la coloración de hojas verde claro.	84
2. Relación entre el tamaño de bolsa con el incremento del diámetro del tallo.	84
3. Relación entre el tamaño de bolsa con el incremento de la altura total.	85
4. Relación entre la edad de los plantones con el incremento de la altura total.	86

RESUMEN

En las plantaciones forestales con especies nativas se tiene limitantes en conocer el tamaño de bolsa y la edad adecuada que tiene influencia sobre la calidad de los plántones que garantizará la futura plantación, motivo por el cual se ejecutó el estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la edad de los plántones de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y el tamaño de bolsa sobre la calidad morfológica en vivero y de respuesta en terreno definitivo bajo condiciones de Tingo María. Dicha actividad se desarrolló en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo (CIPTALD-PS), que políticamente pertenece a la provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Los tratamientos fueron definidos por el tamaño de bolsa (5" x 7", 6" x 8" y 6" x 12") y la edad de los plántones (2,0 3,0, 4,0 y 5,0 meses), que formaron 12 combinaciones distribuidos bajo DCA (vivero) y DBCA (campo); se evaluaron la calidad morfológica y de respuesta. El tamaño de bolsa 6" x 12" y 6" x 8" influyó en el diámetro a nivel del cuello (DAC) para la fase en vivero, incremento de la altura y del DAC, considerados como calidad de respuesta. La edad de los plántones influenciaron en los diferentes atributos morfológicos y de respuesta, alcanzando mayores valores a los 4,0 y 5,0 meses de edad, no encontrándose efectos en el potencial de regeneración de raíces y mortalidad. Además, presentó interacción entre la calidad morfológica en fase de vivero (hojas) y la calidad de respuesta en terreno definitivo (incremento de la altura total y del DAC), mientras que en las demás variables no alcanzó relación alguna.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades de reforestación en la Amazonía peruana está en auge, en donde la preferencia de especies forestales nativas es la prioridad a establecer; además, el éxito de cualquier proyecto de reforestación depende de múltiples factores (VILLAR-SALVADOR, 2003), entre las que destacan la calidad de los plántones y los cuidados después de la plantación, estos factores determinan la buena marcha de la plantación (SOUTH, 2000).

La calidad de los plántones es un criterio técnico de los viveristas que se le puede atribuir a la influencia de factores como el tiempo de permanencia en el vivero, el tamaño de los envases utilizados en la producción, entre otros, y en muchas ocasiones las interacciones de dos o más factores, la cual se desconocen por cada especie forestal en producción.

La caoba (*Swietenia macrophylla* King.) es una especie muy importante en el trópico, la cual genera divisas por el sector forestal y en cuya producción de plántones se tiene limitantes sobre su comportamiento de la calidad en la fase de vivero y su calidad de respuesta en terreno definitivo.

Tener conocimiento sobre la calidad morfológica en *Swietenia macrophylla* King. bajo condiciones de vivero y su comportamiento en terreno definitivo, fortalecerá el desarrollo forestal donde se emplea esta especie.

La edad de los plántones y el empleo de bolsa de polietileno adecuado garantiza la toma de decisiones de los silvicultores bajo las condiciones de Tingo María y fortalece conocimientos primordiales de esta especie que se traducirán en la obtención de un material vegetativo de calidad que primordial para garantizar las plantaciones forestales en la cuenca media del Huallaga.

Se ha ratificado la hipótesis concerniente a que “el tamaño de bolsa y la edad de los plántones de *Swietenia macrophylla* King. influyen de manera propicia sobre la calidad de plántones y la calidad de respuesta en terreno definitivo bajo condiciones de Tingo María”. Frente a lo expuesto en los párrafos anteriores, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la edad de plántones de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y tamaño de bolsa sobre la calidad morfológica en fase de vivero.
- Determinar el efecto de la edad de plántones de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y tamaño de bolsa sobre la calidad de respuesta en terreno definitivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Vivero

En viveros para producción de planta ornamental u hortofrutícola se producen en general plantas de gran desarrollo y que en cualquier caso van a ser instaladas en unos medios en los que recibirán toda clase de cuidados culturales, riegos, que aseguran su arraigo, supervivencia y máximo desarrollo.

Por el contrario, las plantas forestales se instalan en un medio difícil, sin cuidados especiales incluso en los primeros años, por lo que su capacidad de arraigo y supervivencia estará relacionada con una morfología en la que exista un gran equilibrio entre la parte aérea y el sistema radical. Este equilibrio morfológico tiende a ser asegurado utilizando plantas de poca edad, pues en esta situación, el desarrollo ordinario de las plantas proporciona una mayor extensión relativa del sistema radical. Por tanto existe una estrecha relación entre edad, morfología, posibilidad de arraigo y calidad en las plantas forestales (SERRADA, 2000).

Este exceso de tamaño implica la inutilidad del lote de planta para la repoblación, lo que conduce ordinariamente a la necesidad de destrucción de la planta cultivada. La viveristería forestal produce bienes perecederos, lo que requiere un importante esfuerzo de planificación y coordinación entre la producción de planta y su empleo en el monte (SERRADA, 2000).

El vivero es el lugar destinado a la crianza y producción de plántones forestales, agrícolas u ornamentales capaces de abastecer las necesidades de los programas de reforestación, agrícolas o conservacionistas con plantas de alta calidad que garanticen una buena supervivencia, prendimiento y crecimiento; estas características de manejo y atención dependerá en gran parte para la calidad de los individuos producidos (VÁSQUEZ, 2001 y CARITAS HUACHO – AECI, 2000).

Según JAYAWICKRAMA, *et al.* (1993), las grandes compañías producen las plantas en contenedores debido al mayor control de todas las variables que se pueden obtener con este sistema. Estos viveros se instalan bajo sombreaderos, en áreas libres de heladas, o en invernaderos de polietileno con control de temperatura. Los contenedores son mantenidos a una altura que permita una fácil manipulación, en plataformas de madera o metal.

En viveros más avanzados en tecnología cada módulo tiene un calefactor a gas, desde donde el calor es distribuido a través de tubos de polietileno. Con este sistema se puede mantener una temperatura de 10°C, aun cuando la temperatura exterior sea de -5 °C (KRAUSE, 2005).

2.1.1. Producción de plántones en bolsas

En viveros que producen plantas a raíz cubierta, los esquemas de producción cambian según el tipo de sustrato que se utilice e incluso en un mismo sustrato, con variaciones de la granulometría y porosidades de éste, de la longitud y volumen del contenedor que se utilice. Este último aspecto, es

gravitante en el manejo de la relación entre los esquemas de riego y la fertilización en este tipo de viveros, por la relación que la longitud del contenedor o envase con el comportamiento del agua y movilidad de los nutrimentos en el medio de cultivo (ESCOBAR, 1999).

2.1.2. Manejo silvicultural de plántones

2.1.2.1. Labores culturales

Las meliáceas son altamente sensibles a la competencia de la maleza, por lo que el control de ésta dentro de una plantación es indispensable, desde el trasplante hasta la etapa en la que los árboles alcanzan un tamaño suficiente para dominar la vegetación indeseable (RIVAS *et al.*, 2009).

La competencia de las hierbas es abundante, se debe eliminar las hierbas de la bolsa y la cama de repique, reconociendo bien los plántones de cada especie. Deshierbar apenas estén creciendo las malas hierbas en forma manual. Después del riego se realiza esta actividad eliminando las malezas que se encuentran en las bolsas y camas de cría.

PACA *et al.* (2003) señala que las camas de cría, están estrechamente relacionadas con el deshierbe, después de eliminar las malezas se procede a la remoción de la costra que se forma en la parte superior de las bolsas y entre los surcos de los bancales. Es muy importante porque permite que el agua penetre con mayor facilidad a las raíces y favorece la aireación del suelo.

El control de malezas es esencial si se desea maximizar el crecimiento y sobrevivencia. Las especies competidoras agravan las limitaciones del medio compitiendo la especie forestal: elementos nutritivos, agua, espacio radical y aéreo o producen inhibición química al desarrollo de las especies de interés (WILL, 1985).

Para el INB (2010), el deshierbe se debe suspender de 30 a 45 días antes de la plantación, ya que la planta está en su período de endurecimiento. Sin embargo cabe señalar que en el momento de su salida al campo, si se debe deshierbar para que el arbolito no lleve las malezas a la plantación.

La palabra maleza es un concepto relativo y antropocéntrico, pero en modo alguno constituye una categoría absoluta. Sin embargo, en las situaciones de viveros, las malezas son resultado de la alteración de la vegetación natural, son plantas indeseables y, posiblemente, constituyen el componente económico más importante del total del complejo de plagas, que también incluye insectos, ácaros, vertebrados, nemátodos y patógenos de plantas (PARKER, 1996).

2.1.2.2. Protección de plantones

Un buen tratamiento sanitario en un vivero forestal empieza por prevenir las enfermedades, quien se inicia en esta actividad debe informarse muy bien cuáles son las enfermedades más comunes en su zona e incluir los tratamientos sanitarios en su calendario de trabajo. Al hablar de enfermedades,

el primer aspecto que surge es el de la prevención, como la herramienta más importante que tienen los seres vivos ante la posibilidad de enfermarse. En general, las enfermedades tienen mayores probabilidades de establecerse en organismos que no cuentan con las condiciones óptimas de crecimiento (LUGANO, 1998).

Las enfermedades que más comúnmente atacan en los viveros están producidas generalmente por hongos. Se dan en los primeros meses de vida del plantín y los síntomas se observan en grupos de plantas y, muy raramente, en plantas aisladas. Cuando la planta se enferma, es decir, cuando la sintomatología se manifiesta, ya no se puede curar, pero con determinadas prácticas puede evitarse que el ataque continúe a otras plantas. Si se van a utilizar tratamientos químicos, es imprescindible tener en cuenta que algunos productos tienen efectos sobre todos ellos dejando al suelo estéril o bien combaten a la mayoría de microorganismos benéficos (LUGANO, 1998).

2.2. Crecimiento y desarrollo de las plantas

El crecimiento de las plantas es un proceso cuya velocidad es muy variable en el mundo vivo. Hay plantas que alcanzan grandes tallas en corto tiempo y otras que se llevan muchos años en alcanzar su tamaño adulto, de manera que hay plantas que culminan su ciclo completo en meses, mientras que otras viven por siglos; sin embargo, el proceso de crecimiento puede sintetizarse en la siguiente descripción de una planta generalizada: el tejido embrionario de una semilla está en su totalidad formado por células

indiferenciadas que, por lo tanto, aún no adoptan su forma funcional (VÁZQUEZ, 1997).

Cuando estas células comienzan a crecer y reproducirse durante la germinación, parte de las células formadas crece y se diferencia de acuerdo con la función que tendrán en la planta adulta, pero pequeños conglomerados de células se conservarán indiferenciados y retendrán su potencialidad multiplicativa. Estos conglomerados de células se encuentran en diversas partes de la planta en crecimiento: en las yemas de la punta del tallo, de las axilas de las hojas y de las ramas, a veces también en los bordes de las hojas y en la base del tallo, en la punta y en las axilas de las raíces.

En los tejidos capaces de originar leño también existen formando delgadas capas bajo la corteza. A partir de estos conglomerados se desarrolla: el crecimiento del tallo, nuevas ramas, nuevas raíces, hojas, flores y frutos y, mientras se conserven vivos, la planta, en su conjunto, vivirá (VÁZQUEZ, 1997).

La germinación suele ocurrir cuando la humedad es alta y la temperatura es adecuada, también influyen otros factores como la luz y el ambiente que rodea a la semilla; la germinación, de cierta manera, ubica el principio del desarrollo en la época más favorable del año, generalmente al inicio de un periodo húmedo y cálido. En este punto podemos distinguir dos grandes tipos de plantas; aquellas que germinan, crecen, maduran, producen semillas y mueren en un solo ciclo anual o estación favorable y aquellas que

sobreviven la época desfavorable esperando un periodo favorable, lo cual puede continuar por pocos o muchos años, según el caso. Así tenemos dos formas muy distintas de utilizar los recursos disponibles: plantas que completan su crecimiento y mueren reproduciéndose una sola vez, de manera que durante la época desfavorable del año solo sobreviven sus semillas latentes y plantas que atraviesan la época desfavorable conservando gran parte de sus órganos o al menos una parte de sus raíces (VÁZQUEZ, 1997).

El crecimiento con frecuencia muestra una elevada heterogeneidad, según la variable que se considere y según la meteorología. Así, la altura media de la planta puede disminuir en el caso de una sequía muy severa (la norma en medios semiáridos), o aumentar en condiciones más favorables; en este último caso, el incremento de altura se produce casi exclusivamente en los meses de primavera y otoño, paralizándose durante el verano (CORTINA y VALLEJO, 2004).

El crecimiento en diámetro se ha mostrado, en general, mucho más regular. No obstante, son más abundantes en la literatura los resultados que muestran la independencia del crecimiento en diámetro en campo respecto al estrés (VILLAR *et al.*, 2001).

La determinación de la tasa de crecimiento a partir de medidas periódicas del diámetro del cuello de la raíz, obliga a identificar con precisión el punto de medida, de manera que las sucesivas mediciones no se vean afectadas por esta incertidumbre.

La utilización de variables como la altura o el diámetro del tallo para comparar el comportamiento de plantas de calidades contrastadas pueden llevar a error dada la evolución no lineal de estas variables (RUANO, 2003).

2.3. Calidad de planta y tipos de calidad

Es la capacidad que tiene un plantón para desarrollarse y generar una planta con vitalidad propia .No es un concepto absoluto, ya que factores como la especie o el lugar de la plantación modulan fuertemente su apreciación, a la vez es un concepto efímero que se puede perder fácilmente, ya que el plantón puede tener un determinado atributo de calidad a la salida del vivero, y un mal transporte o manejo puede destruir en pocas horas o días lo que un buen viverista ha conseguido con mucho esfuerzo y técnica a lo largo de un determinado período (OLIET *et al.*, 1999).

KRAUSE (2005) indica que una planta producida en vivero está influenciada por una serie de factores, entre ellos la fertilización, la cual es muy relevante para la producción de plantones con excelente calidad, por lo que el manejo de este factor es clave desde el punto de vista fisiológico, como también desde un punto de vista económico. En términos generales, la fertilización tiene por objetivo aportar al sustrato los nutrientes requeridos por la planta, en cantidad, proporción y el momento adecuado, la cual se traduce en un plantón adecuado en concordancia con otras labores silvícolas.

Pese a las características morfológicas y fisiológicas que definen el plantón de calidad pueden variar según los intereses de las distintas partes involucradas en la producción, manejo y empleo final, parece lógico determinar que tales características deberían maximizar la supervivencia, crecimiento y potencial reproductivo del plantón establecido (FOLK y GROSSNICKLE, 1997).

Por el contrario, NAVARRO y PEMÁN (1997) señalan que debe ser tratada como un concepto variable con el uso (con las características de la estación a repoblar) y el usuario (necesidades y objetivos del repoblador).

Así, el concepto de calidad del plantón, entendido como adecuación al uso, puede definirse como la capacidad de un plantón forestal para alcanzar expectativas de supervivencia y crecimiento de una estación particular (DURYEA, 1985).

Esta capacidad es el reflejo de condiciones morfológicas y fisiológicas del plantón que le permiten una mejor respuesta frente a los factores propios del lugar a establecer y que van a manifestarse a través de su capacidad para superar el estrés de plantación y crecer; aprovechando todo el potencial que ofrece una estación. No obstante, las condiciones en que se produce la planta en la mayor parte de los viveros, unido a la dificultad de muchos de los métodos de control de calidad, hace que deban reconsiderarse los sistemas y atributos de calidad (PUTTONEN, 1997).

La calidad de un plantón puede alterarse al ser llevada al lugar de plantación. El rudo trato por los operarios o su desecación causada por un

prolongado e inadecuado almacenamiento y transporte, así como la incorrecta plantación, son algunos de los factores que pueden mermar el vigor del plantón de mejor calidad y arruinar el proyecto de revegetación (MCKAY, 1997).

Tratando de resumir tan amplia discusión (SERRADA, 2000), se puede completar el diagnóstico para un lote de plantones forestales identificando su:

Calidad morfológica o calidad exterior se refiere a la descripción de la forma, tamaño, peso, etc., del plantón. Los parámetros o índices que habitualmente se emplean para describir la calidad morfológica son: altura de la parte aérea, medida entre la inserción de los cotiledones y la yema apical, que debe estar comprendida en un intervalo que define la calidad suficiente; diámetro del tallo en el cuello de la raíz, que debe alcanzar un valor mínimo, y que se relaciona o es expresión de otros parámetros morfológicos y fisiológicos de interés, como es el desarrollo del sistema radical; arquitectura de la parte aérea, a través de la ramificación, superficie foliar, peso seco de la parte aérea; arquitectura de la raíz, a través de su ramificación, longitud total, peso seco; esbeltez, o cociente de la longitud de la parte aérea partido por el diámetro en el cuello de la raíz; cociente de peso seco de la parte aérea partido por peso seco del sistema radical y el índice de Dickson.

La calidad morfológica tiene una mayor trascendencia en la supervivencia de la repoblación, que en el posterior desarrollo a largo plazo.

La **calidad genética o calidad interior** se refiere a la valoración del genotipo a través de la identificación de los progenitores, bien los clones en la reproducción vegetativa, bien las poblaciones que dieron origen a la semilla empleada. Queda definida identificando el origen y la procedencia, que se aplica tanto a los lotes de semillas como a los lotes de plantas cuando una masa natural da lugar a las semillas empleadas para cultivar el lote de plantas, el origen y la procedencia coinciden.

Cuando la semilla se obtiene de una masa artificial, ésta es la procedencia, siendo el origen la masa natural de la que se obtuvieron las semillas para crear la procedencia. La calidad genética tiene una mayor trascendencia en el crecimiento, estabilidad y utilidades futuras de la masa creada que en la supervivencia posterior a la plantación (SERRADA, 2000).

La **calidad fisiológica o calidad funcional o evaluación del comportamiento** (BIRCHLER *et al.*, 1998): se refiere a la caracterización del estado funcional del lote de plantas que se analiza. Los parámetros o atributos que más habitualmente se emplean para definir la calidad fisiológica son: estado hídrico o grado de desecación, medido más frecuentemente por el potencial hídrico y por el potencial osmótico; estado nutricional, expresado a través de la analítica de nutrientes en hojas, tallos y raíces; contenido en carbohidratos en forma de almidón y de azúcares, expresión de la cantidad de sustancias de reserva de la planta que permitirán el crecimiento del sistema radical en el lugar de asiento; potencial de regeneración de raíces (PRR), que comprueba el número, longitud y peso de las raíces emitidas por un cepellón,

tras haberlo trasplantado a un envase de mayor tamaño, al cabo de un tiempo determinado.

La calidad fisiológica tiene gran importancia en la supervivencia y es algo que puede decaer en un plazo muy breve si no se cumplen correctamente las directrices de manejo de la planta.

La **calidad biológica**: se refiere al estado de la calidad y cantidad de la micorrización del lote de planta. Estas cuestiones serán tratadas en el siguiente epígrafe. El estado de micorrización de la planta forestal influye tanto en la supervivencia como en el desarrollo inicial de la masa (SERRADA, 2000).

2.3.1. Relación entre la calidad de la planta y vivero

La calidad de plántones que se utilizan para establecer una plantación forestal es un aspecto crítico en su desarrollo posterior. La calidad física y fisiológica de los plántones, y no de la calidad genética, siendo las características deseables del plánton para ser llevada al campo los siguientes:

- Raíces sin deformaciones causadas por un trasplante defectuoso a la era (platabanda) o bolsa o por tiempo excesivo en el vivero.
- Tamaño acorde al tamaño de la bolsa.
- Una buena relación entre el tallo y las raíces (2 a 1). En el caso de plantas a raíz desnuda exige la aplicación de podas de la raíz durante el desarrollo de los plántones.

- Un buen estado de lignificación; es decir, plántones endurecidos mediante un buen manejo del riego y la fertilización.
- Sin defectos de forma y/o daños físicos al tallo y el sistema radicular (debido al manipuleo).

En viveros forestales siempre se observa cierta variabilidad en el desarrollo de los plántones. Si el sistema de producción lo permite, es importante eliminar las no deseables para contar con una producción uniforme. Hay que enfatizar la calidad también en el momento de despacharlas al campo, no debiendo llevar plántones sin características deseadas (GALLOWAY, 1997).

VILLAR-SALVADOR (2003) señala que la calidad del plánton forestal influye mucho más en el éxito de la plantación a corto y largo plazo que las técnicas de plantación utilizadas.

El éxito de una plantación forestal empieza en el vivero. El material vegetal es responsable en el plazo prolongado del cumplimiento de los objetivos trazados en un proyecto forestal. Las técnicas de preparación del suelo perduran unos años, el plánton y las técnicas de propagación permanecen todo el periodo de turno. Es evidente que el prendimiento pasa por un crecimiento de las raíces, por lo tanto hay que potenciar el sistema radicular para dotarlo de una arquitectura, una capacidad de almacenamiento de reservas y una predisposición a la colonización.

La evaluación de la calidad de plántones es un proceso de retroalimentación continuo entre el vivero y los silvicultores, en definitiva la

calidad de los plantones está determinada por su comportamiento en el terreno (PUÉRTOLAS *et al.*, 2003).

VILLAR-SALVADOR (2003) menciona que la calidad puede entenderse como: calidad genética, morfológica, sanitaria, fisiológica y biológica.

La experiencia señala que las plantas con distintos atributos morfológicos y fisiológicos tienen diferentes comportamientos según los factores limitantes que el lugar presenta. La morfología no dice todo respecto de la calidad de una planta. La condición nutricional de las mismas, medida a través de la concentración foliar de nutrientes está muy relacionada con el comportamiento que estas puedan exhibir en el terreno.

En síntesis la combinación de parámetros o atributos morfológicos y fisiológicos determinan la calidad de la planta, el éxito de su establecimiento y su posterior desarrollo en el terreno (ESCOBAR, 1990).

2.3.2. Características de calidad morfológica en plantones

ARNOLD (1996) establece como indicadores de calidad de una planta la altura, diámetro del cuello y peso fresco, señalando que mientras mayor sea el diámetro y el peso fresco, mejor será la calidad de ella.

Cuadro 1. Atributos morfológicos utilizados en el control de la calidad de plantones forestales y estudios científicos.

Cualitativos	Cuantitativos
Plantas con heridas no cicatrizadas	Altura parte aérea
Plantas secas parcial o total	Diámetro del cuello de raíz
Tallos con fuertes curvaturas	Masa aérea y radical
Tallos múltiples	Esbeltez de los tallos (altura/diámetro)
Tallos con muchas guías	Proporción de la masa aérea y radical
Tallos y ramas con parada vegetativa incompleta	Índice de Dickson*
Tallos desprovistos de una yema terminal sana	Longitud de las yemas
Inexistencia de ramificaciones o claramente insuficiente	
Follaje reciente y cuello de raíz dañado	

Fuente: VILLAR-SALVADOR (2003).

La consistencia del pan de tierra (desmoronamiento al momento del transplante), deformaciones en la forma de la raíz y desarrollo radicular (raíz principal bien formada, raíces secundarias abundantes, buena cantidad de puntas blancas en las raíces) son otros atributos alternos de calidad morfológica. Asimismo, una buena calidad de plantón debe tener, un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez, un sistema radicular fibroso y un alto valor de biomasa (SMURFIT KAPPA, 2008).

VILLAR-SALVADOR (2003) menciona que la calidad morfológica de un plantón puede ser medida de forma cuantitativa y cualitativa (Cuadro 1).

Según TORAL (1997), la razón altura/ diámetro o índice de esbeltez (IE) es el cociente o razón entre la altura (cm) y el diámetro a la altura del cuello (mm). Este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma.

Valores entre 5 y 10 indican una mejor calidad de la planta, valores sobre 10 indican una planta muy alta respecto al DAC, por su parte valores menores a 5 indican una planta de poca altura respecto al DAC. También es usada la relación inversa DAC (mm) y altura (mm), siendo DAC/altura, el rango óptimo de este índice varía entre 1/100 y 1/50, dependiendo de la especie (QUIRÓZ *et al.*, 2009).

La razón tallo/raíz o índice tallo/raíz (ITR), se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y el peso de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta. En general se exige que, lavada la planta y seca, el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz (MONTROYA y CÁMARA, 1996). Generalmente, mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos (QUIRÓZ *et al.*, 2009).

Cuadro 2. Intervalos de calidad para los atributos morfológicos y fisiológicos.

Variable	Tipo de planta	Calidad		
		Baja	Media	Alta
Altura (cm)	Conífera no cespitosa	< 10.0	10.0 - 11.9	≥ 12.0
	Conífera cespitosa	< 3.5	3.5 - 4.9	≥ 5.0
	Latifoliada	< 12.0	12.0 - 14.9	≥ 15.0
Diámetro (mm)	Conífera no cespitosa	< 2.5	2.5 - 3.9	≥ 4.0
	Conífera cespitosa	< 6.0		≥ 6.0
	Latifoliada	< 2.5	2.5 - 4.9	≥ 5.0
Índice de robustez	conífera no cespitosa	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
	conífera cespitosa	≥ 6.0		< 6.0
	Latifoliada	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
Relación BSA / BSR	Todas	≥ 2.5	2.4 - 2.0	< 2.0
Índice de Dickson	Todas	< 0.2	0.2 - 0.4	≥ 0.5
Nitrógeno (%)	Todas	< 1.0	1.0 - 1.2	≥ 1.3
Fósforo (%)	Todas	≤ 0.1		≥ 0.2
Potasio (%)	Todas	< 0.5	0.5 - 0.6	≥ 0.7
Carbono (%)	Todas	< 40.0	40.0 - 44.9	≥ 45.0
Lignina (%)	Todas	< 10.0	10.0 - 11.3	≥ 11.3

Fuente: SÁENZ *et al.* (2010).

Para SÁENZ *et al.* (2010), la calidad de planta se determina en tres niveles, siendo estas:

- Calidad alta, se asigna a partir de la ausencia absoluta de características no deseables; es decir, los indicadores son de la categoría “A”, aunque se considera aceptable hasta tres valores “M”, pero ninguno “B”.
- La calidad media, incluye valores de calidad “A” en menor proporción y admite hasta cinco valores “M” y una variable con calidad “B”.
- La calidad baja, incluye plantas con más de un valor de calidad “B”; esta no se estima como apta para plantarse por no ofrecer elementos que garantizaran una buena supervivencia.

2.3.3. Características de calidad de respuesta de los plantones

VILLAR-SALVADOR (2003) menciona tres características como atributos de respuesta de la calidad en un plantón: Potencial de formación de nuevas raíces, resistencia a las heladas y resistencia a la desecación.

Los caracteres morfológicos describen el estado material de una planta y pueden proporcionar una estima de su potencialidad funcional. Sin embargo, no informan de su capacidad funcional real. Existen otros atributos que miden la capacidad de desarrollo real de la planta en un momento dado cuando se somete a ciertas condiciones de crecimiento (MATTSSON, 1997).

Los atributos de respuesta o desarrollo más empleados son el potencial o la capacidad de formación de nuevas raíces (PFR) y la resistencia de una planta en respuesta a una situación de estrés, principalmente a una helada y a su desecación. El test de potencial de formación de nuevas raíces mide el grado de formación de nuevas raíces cuando las plantas son situadas bajo condiciones idóneas de crecimiento durante al menos 7 días (BURDETT, 1979; RITCHIE, 1985).

Sin embargo, algunos autores sugieren que el test debe realizarse bajo condiciones lo más parecidas posibles a las que se van a encontrar al ser plantadas en el campo (FOLK y GROSSNICKLE, 1997).

La ventaja de los atributos de respuesta es que proporcionan una medida real del vigor y la resistencia de un plantón. El tamaño o su estado nutricional no puede informar si un plantón ha perdido vigor debido a una enfermedad o una helada severa en el vivero, o bien ha sufrido una desecación acusada antes de la plantación. Por ello, estos atributos a menudo presentan buena correlación con el desarrollo de las plantas en campo, especialmente en condiciones limitantes (VILLAR-SALVADOR, 2003).

DURYEA y MacCLAIN (1984) señalan que, el éxito de una plantación forestal es fuertemente dependiente de la calidad de las plantas que se utilicen. La calidad de una planta está definida por su comportamiento final en terreno, el que está regulado por los atributos morfológicos y fisiológicos de ella, y por su interacción con el ambiente del sitio de plantación.

2.4. Caoba (*Swietenia macrophylla* King.)

Los bosques tropicales y subtropicales de América son el hábitat natural de la valiosa *Swietenia macrophylla*. Estos ambientes cumplen un rol especial en la conservación de la diversidad biológica; en los bosques tropicales y subtropicales se alberga el 75,0% de las especies de animales y plantas del mundo, más de 13 millones de especies diferentes.

En lo que respecta a especies de árboles, los bosques tropicales y subtropicales son extremadamente diversos y contienen a menudo más de 250 especies representadas por alrededor de 700 individuos por hectárea (SNOOK, 1993).

Los bosques tropicales, incluida la caoba, nos brindan una amplia gama de productos industriales que utilizamos en la vida cotidiana: madera, tableros contrachapados, postes, palos, pulpa y papel. Los productos industriales de madera representan alrededor de uno por ciento del producto interno bruto global y tres por ciento de todos los bienes comercializados (PENNINGTON, 1981).

2.4.1. Aspectos generales de la especie

La familia Meliaceae se encuentra distribuida en América, África y Asia e incluye cerca de 50 géneros y 1 000 especies. En los neotrópicos se han descrito ocho géneros: *Cabralea*, *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruegea*, *Schmardea*, *Swietenia* y *Trichilia*, siendo *Swietenia* y *Cedrela* los géneros más importantes desde el punto de vista forestal (NAVARRO, 1999).

El género *Swietenia* presenta tres especies: *S. mahogani* Jacq., *S. macrophylla* King., *S. humilis* Zucc. y dos híbridos naturales, uno producto de la cruce de *S. macrophylla* x *S. humilis* que se originó en las áreas del rango de distribución donde coinciden ambas especies y otro obtenido por la cruce de *S. macrophylla* x *S. mahogani* en plantaciones próximas de ambas especies que se ha denominado *S. x aubrevilleana* (PENNINGTON, 1981).

REYNEL *et al.* (2003), menciona que presenta hojas paripinnadas, alternas, dispuestas en espiral, con tendencia a agruparse en los extremos de las ramitas, de 16- 35 cm de longitud, el raquis delgado, los foliolos de 4 - 6 pares, opuestos o sub opuestos, ovados, asimétricos, de unos 9-13 cm de longitud y 3 - 4 cm de ancho, el ápice agudo y falcado, la base obtusa o aguda, marcadamente asimétrica, el borde entero, los nervios secundarios 8 - 11 pares. MEDINILLA SÁNCHEZ (1999) ratifica lo clasificado por CRONQUIST (1981), prosiguiendo la siguiente categorización:

Reino	: Plantae Haeckel, 1866
Subreino	: Embryobionta
División	: Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Clase	: Magnoliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Subclase	: Rosidae Takht., 1966
Orden	: Sapindales Benth. & Hook., 1862
Familia	: Meliaceae Juss., 1789

Género : *Swietenia* Jacq.

Especie : *Swietenia macrophylla* King.

Nombre común: Caoba, aguano

2.4.2. Características ecológicas de *S. macrophylla*

REYNEL *et al.* (2003) refieren que la caoba se localiza generalmente en el piso basal, en las zonas de vida, bosque seco -tropical, bosque húmedo - tropical, bosque seco - sub tropical y bosque húmedo - sub tropical; también se localiza en el bosque húmedo- premontano tropical.

Con respecto al clima, se desarrolla en la región climática húmeda y súper húmeda con 1000 a 2500 mm de precipitación anual, temperatura media de 23 a 28 °C, con extremos de 12 a 37 °C, no tolera temporadas de sequías muy largas. El rango altitudinal de dicha especie llega hasta los 1400 m.s.n.m., en el Perú el promedio de altura donde se desarrolla, es a los 600 m.s.n.m. (REYNEL *et al.*, 2003).

2.4.3. Fenología, polinización y dispersión

Flinta (1960), citado por REYNEL *et al.* (2003) indican que la caoba florece durante la estación seca, entre Agosto y Octubre. La fructificación mayormente se da hacia fines de año. En otros países de Sudamérica, como Venezuela, la especie es decidua durante parte del año. Este árbol comienza a florecer entre los 12 a 15 años. El cruzamiento externo es aparentemente muy

importante para la fecundación en esta especie (Gillies et al., 1999, citado por REYNEL *et al.*, 2003).

Las semillas son dispersadas por el viento con distancias medias de 32 a 36m y máximas de hasta 95 a 100m (Gullison *et al.*, 1996, citado por REYNEL *et al.*, 2003).

2.4.4. Semilla de *S. macrophylla*

Los frutos son cápsulas ovoides, erectas, grandes, de unos 15 - 20 cm de longitud y 6 - 8 cm de diámetro; abren desde la base hacia el ápice en 5 valvas leñosas, con la superficie casi lisa, las semillas aladas, 45 - 70 en cada fruto, de 7.5 - 9 cm de longitud y 2 - 2.5 cm de ancho, color castaño claro dispuestas en una columna interior (REYNEL *et al.*, 2003).

El fruto es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles (AGUILAR CUMES y AGUILAR CUMES, 1992).

Los frutos maduros son de color café claro, tienen forma de cápsulas erectas, ovoides, de 15 - 20 cm de largo y 6 - 8 cm de diámetro en su parte más ancha. La cubierta o pericarpio se raja, abriéndose en cinco valvas y exponiendo las 45 - 70 semillas aladas de unos 8 cm de longitud y 2 cm de ancho que contiene dispuestas en una columna interior (PATIÑO *et al.*, 2002).

El fruto es una cápsula grande en forma oval o de pera (de aproximadamente 9 y 15 cm de largo en su parte más ancha), estas aparecen en pedúnculos largos y robustos, la cápsula frutal está compuesta de una placenta leñosa dividida en cinco lóculos, cada uno de los cuales contiene de 10 a 16 semillas aladas y dispuestas de manera simétrica en dos hileras (JOHNSON, 1969).

Las semillas son sámaras, aladas, livianas, de 7,5 a 10,0 cm de largo por 2,0 a 3,0 cm de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo (AGUILAR CUMES y AGUILAR CUMES, 1992).

2.4.5. Especificaciones técnicas de la especie en vivero

2.4.5.1. Propagación de *S. macrophylla* King.

REYNEL *et al.* (2003) manifiestan que la propagación por semillas es exitosa en esta especie. La maduración de los frutos tarda 6 meses; la recolección de semillas se inicia 1 - 3 meses luego de iniciada la maduración de los frutos. Los frutos se recolectan directamente del árbol antes que las cápsulas abran, cuando muestran un color café claro. El árbol puede ser colectado haciendo uso de equipo subidor apropiado y teniendo cuidado de no dañar las ramas. Los rendimientos usuales varían entre 3,8 – 4,5 kg de semilla por árbol. Una vez recolectados, los frutos son transportados en sacos de yute a un sitio techado donde puedan extenderse sobre lonas aproximadamente por 5 días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran

lentamente. Luego son trasladados al patio de secado y se asolean por periodos de 4 horas durante 3 días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas. Para eliminar las alas de las semillas se les fricciona manualmente.

2.4.5.2. Tratamientos pregerminativos a las semillas de *S. macrophylla* King.

La especie no requiere tratamientos pre germinativos. El remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas acelera la germinación (REYNEL *et al.*, 2003). Se puede sembrar en camas germinadoras para repique posterior o directamente en bolsas, colocando en este caso 1 – 2 semillas por bolsa, en un lugar ligeramente sombreado.

Aunque se han utilizado profundidades de siembra de hasta 8 cm, lo más recomendable es enterrarlas a 2 – 3 cm en el sustrato, sea acostada o vertical, con el lado del ala hacia arriba, esto es como la semilla está adaptada a germinar en forma natural (CORDERO y BOSHIER, 2003).

2.4.5.3. Germinación de semillas de *S. macrophylla*

La germinación inicia a los 7 - 20 días de la siembra y es hipógea, finalizando luego de 10 - 15 días de iniciada la germinación (REYNEL *et al.*, 2003). Las semillas pueden ser puestas en una mezcla de tierra más arena, en surcos, cubiertas sub – superficialmente por el sustrato y preferiblemente

colocadas en forma vertical. La emergencia de la raíz se experimenta entre 40 a 78 días, variando su germinación, según la calidad de la semilla.

Las plántulas se encuentran listas para su repique o trasplante dos semanas posteriores a la germinación bajo el sistema de producción en bolsa plástica, estaca o raíz desnuda. Es indispensable mantenerlas bajo la sombra por período no mayor a 8 días y es recomendable aplicar fertilización (BARWICK, 2004).

El porcentaje de germinación en promedio es del 90% para semillas recién colectadas. El tiempo necesario para que inicie la germinación a partir de la siembra es de 1 a 2 semanas, y el necesario para que finalice el proceso es de 6 semanas (MIRANDA, 1999).

La caoba tolera suelos con deficiencias en nutrimentos que otras especies no toleran, pero el crecimiento es lento (ADOLFO, 2007).

2.4.5.4. Poder germinativo de *S. macrophylla*

Entre 54 - 95% para semillas frescas, disminuye a 30% a los 60 días en condiciones naturales (REYNEL *et al.*, 2003).

BARWICK (2004) menciona que según la calidad de la semilla, varía su poder germinativo de 60% a 84%.

2.4.5.5. Siembra de semillas de *S. macrophylla*

Las semillas pueden sembrarse en hileras espaciadas a unos 15 cm en las camas de almácigo; se les cubre por una capa de tierra que no debe ser mayor a 1,5 - 2 cm. Se trasplantan a bolsas plásticas después de un mes, cuando tienen 7 - 8 cm de altura.

Se debe mantener con el sustrato húmedo y protegido del sol durante los primeros 3 meses; se les traslada al terreno definitivo cuando tienen 20 - 25 cm, es decir a los 6 - 8 meses, o posteriormente, cuando alcanzan hasta 1,5 m. Se les puede sembrar directamente en bolsas plásticas colocando 2 - 3 semillas por bolsa a 1 - 2 cm de profundidad (REYNEL *et al.*, 2003).

2.4.5.6. Almacenamiento de las semillas de *S. macrophylla*

Las semillas se han categorizado como ortodoxas o intermedias en su comportamiento al almacenamiento. Conservan su poder germinativo hasta por 7 - 8 meses almacenadas a temperatura ambiente y en bolsas plásticas de papel. Almacenadas en refrigerador en bolsas plásticas mantienen su viabilidad por más de 4 años. Las semillas de caoba conservan su poder germinativo por 8 años si son almacenadas a 4 °C y con humedad de 4% (REYNEL *et al.*, 2003).

2.4.6. Plagas de *S. macrophylla*

La plaga más seria ataca los brotes tiernos, frutos y semillas es el barrenador *Hypsipyla grandella*. Provoca mayores daños a nivel de vivero y en las plantas tiernas perforando brotes terminales y malogrando la forma de los fustes. Ha limitado el establecimiento de plantaciones puras a lo largo de los trópicos y por ello se recomienda efectuar las plantaciones en fajas, mixtas o en condiciones de bosques naturales.

En Brasil y Ecuador se han efectuado ensayos de diseños agroforestales estableciendo caoba en sistemas mixtos con otras especies de árboles y cultivos agrícolas. Estos ensayos evidencian que el crecimiento del árbol es rápido y asegura un fuste bien conformado antes que la plaga de *Hypsipyla* se pueda establecer (CATIE, 1996).

2.4.7. Tala ilegal de *S. macrophylla*

CERDÁN (2007) comprueba que en la amazonía peruana se desarrollan actividades de tala ilegal e insostenible, aprovechándose especies de alto valor comercial, principalmente la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y el cedro (*Cedrela odorata* L.). Estas labores ilícitas se llevan a cabo, en su gran mayoría, dentro de áreas naturales protegidas y reservas territoriales a favor de pueblos indígenas en aislamiento voluntario.

En la formulación de la cuota nacional de exportación de caoba del año 2007, la AA CITES, sólo consideró algunas de las recomendaciones hechas por la AC CITES. Un aspecto que no tomó en cuenta, fue el de elevar el diámetro mínimo de corta (DMC) de 75 cm a 120 cm, esto para aprovechar

los individuos más longevos. La AC CITES recomendó que para el año 2007, no se exporte un volumen equivalente mayor a 1200 árboles de caoba, sin embargo el volumen aprobado para la cuota de exportación del presente año representa el aprovechamiento de 1600 individuos, es decir 400 árboles adicionales (más 33%) (CERDÁN, 2007).

Durante los años 2005 y 2006 la AA CITES diseñó y ejecutó inspecciones, los volúmenes de caoba y cedro declarados en los POA's (planes operativos anuales) de concesiones y comunidades nativas, encontrando que el 72% de los POA's evaluados presentaron volúmenes inexistentes o sobreestimados de caoba y cedro. Las concesiones forestales y comunidades nativas que infringieron vienen siendo observadas, investigadas o ya han sido declaradas caducas por OSINFOR o por la IFFS.

CERDÁN (2007) indica que el año 2005, se movilizaron 1079.76 m³ de caoba procedentes de concesiones que ahora se encuentran caducas (por no poder justificar de donde obtuvieron ese volumen movilizado) y 2891.93 m³ provenientes de concesiones forestales que actualmente están siendo investigadas por existir indicios de caducidad. Para el 2006 se tienen 854.83 m³ y 2621.996 m³, respectivamente, es decir que durante los años 2005 y 2006 se movilizaron 3971.69 m³ y 3476.276 m³ de caoba, cuyo origen no puede ser justificado por los concesionarios forestales que extrajeron dicho recurso. La madera caoba extraída de manera ilegal, fue posteriormente blanqueada, para entrar al circuito formal y poder ser comercializada y exportada con licencia de CITES.

De igual forma, durante el año 2005 se exportó un total de 2940.578 m³ de caoba, procedente de concesiones forestales que actualmente se encuentran caducas o con proceso administrativo único en OSINFOR y de comunidades nativas observadas por la IFFS. El origen lícito de ese volumen no puede ser justificado como tal, y con ello es reiterativo el tema de la tala ilegal al interior de reservas territoriales y áreas naturales protegidas, la madera es blanqueada con los documentos de otro contrato o permiso forestal que no presente irregularidades y, de esta manera, la madera se convierte en “legal” (CERDÁN, 2007).

2.5. Antecedentes de la investigación

SINCHI (2015) determinó el comportamiento de la altura total en plántulas de caoba durante la fase de vivero y bajo condiciones de Tingo María, encontrando que dicha variable se incrementó respecto al tiempo, así como la uniformidad de los datos, siendo estos que:

Cuadro 3. Comportamiento de la altura total del cedro en fase de vivero.

Días en vivero	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
30	15,39	1,87	12,12
60	19,27	3,28	17,03
90	20,24	3,78	18,69
120	27,7	7,80	28,15

Fuente: SINCHI (2015).

De la misma manera, SCHMIDT (2013) bajo condiciones de vivero y en Tingo María, registró el comportamiento de los plantones de *S. macrophylla* King., en periodos de: 30 días, 60 días, 90 días y 120 días posteriores al repique donde los valores de las variables fueron las siguientes:

- La altura total inició su evaluación con 14,49 cm a los 30 días de haberse repicado, 18,89 cm a los 60 días, 24,71 cm a los 90 días y 35,77 cm a los 10 días de haberse repicado.
- Diámetro a nivel del cuello (DAC) inició en 0,3 cm a los 30 días, seguido de 0,41 cm, 0,50 cm y 0,66 cm respecto al tiempo.
- El índice de esbeltez o razón entre la altura total y el diámetro a nivel del cuello del plantón, alcanzó valores de 48,30, 46,07, 49,42 y 54,20 respectivamente.
- En caso de la biomasa determinada para el vástago (tallo más hojas de los plantones) presentó desde 0,73 g, 1,02 g, 3,51 g y 11,23 g respectivamente.
- La biomasa del sistema radicular inició en 0,18 g, seguido de 0,27 g, 0,62 g y 1,76 g respecto al tiempo de evaluación.
- La relación o razón de la parte aérea y radicular determinado fue de 4,06, 3,78, 5,66 y 6,38 respecto al tiempo de evaluación.
- El índice de calidad de Dickson comprendió valores promedios desde 0,017, 0,026, 0,075 y 0,214 respectivamente.

LAMPRECHT (1990) afirma que en la selección del material de plantación, normalmente es recomendado utilizar plantas pequeñas, de aproximadamente 15 a 30 cm, debido a que éstas son menos susceptibles al shock de plantación, crecen mejor, son más tolerantes a la sequedad y en general son de más fácil manejo.

VERDE (2014) bajo condiciones de vivero, determinó que los plantones de *S. macrophylla* King. presentaban un comportamiento de la siguiente manera:

- La altura total desde los 17,18 cm, 19,22 cm, 21,96 cm hasta los 27,99 cm, comprendida para edades desde los 1,5, 2,5, 3,5 y 4,5 meses posteriores a la germinación respectivamente.

- Para el diámetro a nivel del cuello del plantón (DAC), se registró el incremento desde 0,20 cm, 0,27 cm, 0,32 cm y 0,48 cm en el mismo periodo de tiempo.

- Estos resultados generan que la esbeltez decrezca en el tiempo, con valores de 85,15, 70,46, 68,77 y 58,41 para los mismos periodos de tiempo.

- SÁENZ *et al.* (2010) mencionan que en especies del género *Pinus* la altura varió en rangos entre 13.8 cm en *P. oocarpa* en el vivero la Chichihua hasta los 38.2 cm en *P. greggi* en el vivero José Morelos. En otras especies con crecimiento de hábito cespitoso, la altura registrada es de 4.2 cm en *P.*

michoacana en el vivero El Copal hasta 9.8 cm en el vivero La Dieta; en la especie *C. lindleyi*, la altura es poco variable en los viveros evaluados y fue de 48.5 cm en el vivero Chincua hasta 52.4 cm en el vivero La Dieta.

- En relación al diámetro del cuello de la raíz, en especies del género *Pinus*, se encontraron valores entre 2.8 mm en *P. greggii*, en los viveros El Copal y Pátzcuaro hasta 6.6 mm en *P. ayacahuite* en el vivero La Dieta; en las especies con crecimiento de hábito cespitoso, el valor fue 4.3 mm en *P. michoacana* del vivero El Copal hasta 15.9 mm en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* el diámetro fue de 4.8 mm en el vivero Magalfanes hasta 7.0 mm en el vivero La Dieta.

- La producción de biomasa seca aérea en especies del género *Pinus*, varió entre 1.06 g/planta en *P. oocarpa* en el vivero La Chichihua hasta 7.42 g/planta en *P. pseudostrobus* en el vivero Magallanes-COFOM; en las especies con crecimiento de hábito cespitoso los registros obtenidos fueron de 1.66 g/planta en *P. michoacana* del vivero El Copal hasta 10.47 g/planta en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* fue de 5.93 g/planta en el vivero Chincua hasta 12.98 g/planta en el vivero La Dieta.

- La producción de biomasa seca de la raíz, en las especies del género *Pinus*, ésta varió entre 0~27 g/planta en *P. greggii* en el vivero Pátzcuaro hasta 2.45 g/planta en *P. pseudostrobus* en el vivero Magallanes-COFOM; en especies de pino con crecimiento de hábito cespitoso los valores fluctuaron entre 0.57 g/planta en *P. michoacana* del vivero El Copal hasta 3.68

g/planta en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* se registraron desde 2.22 g/planta en el vivero Magallanes-COFOM hasta 4.97 g/planta en el vivero La Dieta.

Para MURILLO y CAMACHO (1997), el conocer la altura inicial al momento de establecer la plantación sí podría tener importancia según sea el sistema de producción que se haya utilizado en la fase de vivero. Con el sistema de bolsas de polietileno, por ejemplo, no se debería establecer plántones cuya sección aérea o tallo del plantón supere los 30 cm, criterio considerado según sea el tamaño de bolsa utilizada, ya que sus raíces de dichas especies forestales muy probablemente estén ya sufriendo enrollamiento dentro de la bolsa.

En México, RUEDA *et al.* (2012) determinaron la calidad de plántones en 11 especies forestales de clima tropical y templado, en siete viveros del estado de Nayarit. Se realizó un muestreo al azar al 0,15% de los individuos producidos por vivero y especie. En su mayoría, los plántones producidos en los viveros fueron de calidad media de acuerdo a los estándares sugeridos por SÁENZ *et al.* (2010).

El tamaño del material de plantado se ha estandarizado de acuerdo con las condiciones de los países tropicales. Esto ha llevado al rechazo de árboles por debajo de la norma, generalmente sin que se entiendan bien los criterios significativos involucrados, el mejor tamaño de plantón de *Araucaria hunsteinii* en Nueva Guinea resultó ser menor a 18 cm (WADSWORTH, 2000).

En otro caso, Beineke (1967), citado por WADSWORTH (2000) realizó ensayos con *P. taeda* en EE.UU., revelando variaciones genéticas en la capacidad de los árboles de soportar el trauma del trasplante: los árboles altos fueron consistentemente los peores sobrevivientes. Estos ejemplos no abogan necesariamente en contra de los estándares y de la selección en vivero, pero sí sugieren que el material de apariencia inferior, puede en realidad no serlo.

Sin embargo, esta no es una razón para rechazar la selección de plántones como un proceso lógico mediante el cual se puede reconocer el vigor fenotípico. Un estudio de pinos de 45 años en EE.UU., demostró que el desempeño de los árboles provenientes de plántones de primera calidad era significativamente mejor que los de tercera calidad (WADSWORTH, 2000).

La calidad de plantas y otros materiales que se utilizan para establecer una plantación forestal es un aspecto crítico en su desarrollo posterior. Aquí se refiere a la calidad física y fisiológica de las plantas. Las características deseables de una planta (u otro material como una pseudoestaca) para ser llevada al campo debe ser de tamaño acorde al tamaño de la bolsa (GALLOWAY, 2000).

VARGAS (2010) evaluó el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de altura de *S. macrophylla* King. en fase de vivero. Se aplicó el diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con sub unidades de muestreo, con cinco tratamientos, 10 individuos y cuatro bloques. Los

tratamientos aplicados fueron: Tierra negra (T₁), arena (T₂), tierra agrícola (testigo) (T₃), mantillo (T₄) y aserrín (seco) (T₅).

Los resultados muestran:

- El incremento de altura de las evaluaciones de los 5 tipos de tratamientos utilizados fueron: T₅ (aserrín) con 1,10 cm, T₄ (Mantillo) con 1,04 cm, T₂ (arena) con 0,62 cm, T₁ (tierra negra) con 0,53 cm; y por ultimo T₃ (tierra agrícola) con 0,33 cm.

- Con relación a los tratamientos, presentaron diferencias en altura, el T₄ con 6,94 cm obtuvo mejores resultados en el crecimiento de *S. macrophylla* King.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La ejecución de la investigación se desarrolló entre los meses de Mayo a Diciembre del 2015, las cuales se caracterizaron por ejecutarse en dos etapas: la etapa inicial se realizó en el vivero agroforestal “Sembrando Futuro” y la segunda etapa, en terrenos de la Unidad de Agroforestería pertenecientes a la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que se encuentra en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo (CIPTALD- PS).

Políticamente el Vivero Agroforestal y la parcela donde se estableció se ubica en el sector Tulumayo que pertenece al distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Según la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1987), el distrito José Crespo y Castillo se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh – PST).

Los datos meteorológicos para el período de la investigación presentaron una precipitación en promedio de 181,8 mm, la temperatura media fue 26,2 °C. La humedad relativa en promedio fue 81% (GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA, 2015).

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Se utilizó semillas de *Swietenia macrophylla* King., que se cosecharon con un mes de anticipación; éstas procedieron de un árbol semillero ubicado en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) con una edad aproximada de 31 años de establecido.

3.2.2. Insumos

El sustrato cuya formulación estuvo comprendida por la relación 3:2:1, dicha proporción pertenecía a la tierra aluvial extraída del CIPTALD, aserrín descompuesto de madera blanda transportado desde Padre Felipe Luyando “Naranjillo” y la tierra negra se utilizó del vivero que se solicitó para la investigación.

3.2.3. Materiales y herramientas

Se utilizaron la pala tipo cuchara para la mezcla de los componentes del sustrato, las bolsas de polietileno color negro, la carretilla para el transporte de las bolsas con sustrato, la regadera para facilitar la aplicación del agua mediante riego, el flexómetro de 05 m empleado para determinar la longitud de los plantones, la wincha de 50 m para delimitar el perímetro y las filas de la parcela experimental, la cavadora para la apertura de hoyos, el formato para la evaluación donde se registró las variables y el panel informativo en la cual se plasmó la información básica de la investigación.

3.2.4. Equipos

Se utilizó el vernier mecánico para determinar el diámetro a nivel del cuello del plantón, el GPS para georreferenciar la ubicación del vivero y el terreno a establecer la calidad de respuesta, la estufa con la finalidad de inducir a la pérdida de agua del vástago y sistema radicular de los plantones, la balanza de precisión para determinar la masa en decimales y la cámara fotográfica con la finalidad de retener las imágenes sobre las actividades realizadas durante la investigación.

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño de investigación

Debido a que existió una manipulación deliberada de la variable independiente para obtener los efectos de la investigación, es presente estudio se clasifica en diseño de tipo experimental, específicamente pertenece a los experimentos puros.

3.3.2. Diseño experimental

En caso de considerar el desarrollo del experimento durante la fase de vivero, se aplicó el diseño completamente aleatorizado o al azar (DCA) con un arreglo factorial de la forma 3A x 4B, en donde el factor A pertenece al tamaño de bolsa (5" x 7", 6" x 8", 6" x 12") y B indica es la edad de los plantones en meses después del repique, las características fueron:

- Combinaciones de niveles : 12
- Unidad experimental : 1200 unidades
- Plantones/repetición : 100 plantones
- Repeticiones : 04 repeticiones

Durante la etapa de campo se ha evaluado la calidad de respuesta, para lo cual se ha considerado un periodo de permanencia de dos meses, siendo establecidos bajo el Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA) con arreglo factorial de la forma 3A x 4B, las características consideradas fueron:

- Tratamientos o combinaciones : 12
- Unidades experimentales : 240 plantones
- Plantones/tratamiento : 20 plantones
- Bloques : 04 bloques

3.3.3. Unidad experimental

Cada unidad experimental de la investigación, estuvo compuesta por un grupo de 100 plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) repicadas en bolsas de polietileno, de 1,0 mes de germinación, ubicados en el Vivero Agroforestal “Sembrando Futuro” que posteriormente fueron instaladas en campo definitivo.

3.3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos sometidos a los plantones de *S. macrophylla* King. para la evaluación de la calidad morfológica y de respuesta, fueron definidos por las diferentes edades que presentaron al momento de ser instaladas en terreno definitivo y el tamaño de bolsas de polietileno utilizados para la producción de plantones, generando los siguientes tratamientos:

Factor A: Tamaño de bolsa

Representado por los niveles: a_1 : 5" x 7", a_2 : 6" x 8" y a_3 : 6" x 12".

Factor B: Edad de los plantones

Representado por los niveles: b_1 : 2,0 meses, b_2 : 3,0 meses, b_3 : 4,0 meses y b_4 : 5,0 meses.

3.3.5. Modelo aditivo lineal

Para determinar el efecto sobre la variable dependiente durante la fase de vivero, se consideró el modelo constituido por la ecuación de la forma:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta u observación

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto del i – factor A

E_j = Efecto del j – factor B

TE_{ij} = Efecto de la interacción entre el factor A y B

ε_{ijk} = Error experimental (factores no considerados en la evaluación).

Cuadro 4. Tratamientos considerados en el estudio.

Tratamiento	Tamaño de bolsa	Edad (mes)	Plantones
T_1	5" x 7"	2,0 (60 días)	100
T_2	6" x 8"	2,0 (60 días)	100
T_3	6" x 12"	2,0 (60 días)	100
T_4	5" x 7"	3,0 (90 días)	100
T_5	6" x 8"	3,0 (90 días)	100
T_6	6" x 12"	3,0 (90 días)	100
T_7	5" x 7"	4,0 (120 días)	100
T_8	6" x 8"	4,0 (120 días)	100
T_9	6" x 12"	4,0 (120 días)	100
T_{10}	5" x 7"	5,0 (150 días)	100
T_{11}	6" x 8"	5,0 (150 días)	100
T_{12}	6" x 12"	5,0 (150 días)	100

Para la edad se consideró el tiempo en meses desde el repique.

Mientras que para los efectos en campo definitivo, la variable respuesta (variable dependiente), se ha expresado por la ecuación de la forma:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + T_i + E_k + TE_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta u observación

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto del i – factor A

B_j = Efecto de los bloques

E_k = Efecto del j – factor B

TE_{jk} = Efecto de la interacción entre el factor A y B

ε_{ijkl} = Error experimental (factores no considerados en la evaluación).

3.4. Variables consideradas en el estudio

3.4.1. Variables sobre la calidad morfológica de plantones de caoba en fase de vivero

3.4.1.1. Altura de la parte aérea (cm) en cada plantón

Se realizó la medida de la longitud máxima que alcanzó el plantón, utilizando una regla graduada de 100 cm, considerando dicha dimensión desde la base del tallo hasta el ápice, debido a que se consideró el criterio sobre la calidad de la salida de los plantones a terreno definitivo.

3.4.1.2. Número de hojas por plantón

La evaluación del número de hojas por cada plantón, se determinó mediante el conteo directo.

3.4.1.3. Diámetro a nivel del cuello de la plantón (cm)

Se midió utilizando un vernier mecánico, en la base del tallo del plantón

3.4.1.4. Masa aérea y radical de los plantones

Se seleccionaron 36 plantones al azar (3 plantones por tratamiento). Se cortó la bolsa cuidadosamente y se extrajo la raíz del pan de tierra, se llevó al laboratorio, ahí se cortó al plantón al nivel del cuello, obteniendo la parte aérea y radicular, éstos fueron pesados en la balanza de precisión, y colocados en papel periódico con su respectiva codificación. Se consideró la metodología propuesta por SMURFIT KAPPA (2008), en donde las muestras fueron llevadas al laboratorio, se lavaron las raíces con cuidado de no romperlos, luego se secaron con papel toalla para posteriormente colocarlos a la estufa a una temperatura de 73 ± 2 °C y luego se determinó el peso seco constante de la parte aérea y la parte radicular.

3.4.1.5. Índice de esbeltez (Eb)

Este indicador se obtuvo al utilizar las variables evaluadas altura de planta sobre el DAC, la cual fueron consideradas por SMURFIT KAPPA (2008).

$$Eb = H/d$$

Donde:

Eb : Esbeltez

H : Altura de planta

d : Diámetro del cuello de la planta

3.4.1.6. Proporción entre masa aérea y radical (Pa/Rz)

La proporción se obtuvo a partir de la razón geométrica existente entre la masa seca aérea y la masa seca radicular de los plantones de caoba.

3.4.1.7. Índice de calidad de Dickson (ICD)

El ICD, se obtuvo al utilizar las variables masa aérea y masa radicular, para lo cual se ha empleado la fórmula considerada por SMURFIT KAPPA (2008):

$$ICD = P_{Stotal} / (Eb + Pa/Rz)$$

Donde:

P_{Stotal} : Peso seco total (aéreo + radicular)

Eb : Esbeltez

Pa/Rz : Proporción entre masa aérea y radical

3.4.2. Variables sobre la calidad de respuesta en plantas de *S. macrophylla* King. en terreno definitivo

3.4.2.1. Potencial de regeneración de raíces

Se realizó después de 15 días de haberse realizado la plantación, la cual había consistido en hacer hoyos de una dimensión igual a 30 cm x 30 cm x 30 cm (ancho, largo y profundidad), seguidamente se plantó y dejó pasar el tiempo por 15 días, para posteriormente extraerlo la planta sin desmoronar el pan de tierra y se procedió al conteo de las raíces sobresalientes, luego se cortaron y pesaron para finalmente llevar a la estufa y determinar el peso seco, metodología considerada por SMURFIT KAPPA (2008).

3.4.2.2. Supervivencia

Se realizó un conteo directo de las plantas presentes en la plantación, esta labor se realizó a los 60 días después del establecimiento. Para el cálculo de la supervivencia en los plantones establecidos se utilizó la fórmula citada por GONZALES (2011):

$$P(\%) = \frac{T_{pp}}{T_{pe}} \times 100$$

Donde:

P = Prendimiento en porcentaje (%)

T_{pp} = Total de plantas prendidas

T_{pe} = Total de plantas establecidas

3.4.2.3. Coloración de hojas de las plantas

La coloración de hojas de las plantas de caoba se utilizó en base a la clasificación de colores utilizada por REÁTEGUI (2012), la cual en campo se evaluó a cada planta verificando el color que presentaban sus hojas como son el verde oscuro, verde claro y amarillo verdoso.

3.4.2.4. Crecimiento de las plantas de *S. macrophylla* King. en terreno definitivo

Se consideraron dos evaluaciones en terreno definitivo (al establecer y a los dos meses posteriores) con la finalidad de determinar el incremento de la altura total de las plantas y el diámetro a nivel del cuello de la planta.

3.5. Actividades realizados

3.5.1. Fase de vivero

3.5.1.1. Composición del sustrato y embolsado

El sustrato estuvo compuesto de la siguiente proporción: 50 % de tierra agrícola, 33 % de aserrín descompuesto y 16,7 % tierra negra respectivamente, el embolsado se realizó utilizando las tres medidas de bolsas seleccionadas para esta investigación, las cuales fueron llenadas con cuidado y colocadas en las camas del vivero.

3.5.1.2. Germinación de semillas y repique de plántulas

El proceso de germinación de las semillas de caoba, fue de la siguiente manera: se colocaron en la cama de almácigo, utilizando arena como sustrato, donde se colocaron 400 semillas para los primeros tres tratamientos (T₁₋₃), seguidos a los 21 días por otras 400 semillas para los siguientes tratamientos (T₄₋₆), luego a los 21 días por otras 400 semillas para los tratamientos (T₇₋₉) y 400 semillas más a los 21 días para los últimos tratamientos (T₁₀₋₁₂). Se considera 21 días, debido a 7 días el proceso de germinación.

El repique, se realizó a los 15 días de la germinación, cuando las plántulas tenían un par de hojas. El repique se realizó mediante un repicador hecho de manera manual que sirvió de ayuda.

3.5.1.3. Limpieza de plantones en vivero

La limpieza en el vivero consistió una parte fundamental debido a que las plantas están aún tiernas y se le debe brindar el cuidado correspondiente. Las actividades de limpieza se enfocaron en mantener los plantones sin competencia de hierbas en las bolsa, también se limpiaron las calles y camas del vivero.

Para la limpieza de los plantones también se tuvo en cuenta si existía presencia y ataques de algunos agentes como hormigas, grillos, gusanos.

3.5.1.4. Evaluaciones de calidad morfológica de los plantones

Las evaluaciones para las variables de calidad morfológica se hicieron antes de ser llevadas al terreno definitivo, para ello se consideraron los 1200 plantones de caoba.

Una vez instaladas en campo se realizaron evaluaciones de forma mensual hasta los dos meses de instalación en campo.

3.5.2. Fase de campo

3.5.2.1. Ubicación del terreno de la plantación

El área de la plantación pertenece a los terrenos de la Unidad de Agroforestería perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se encuentra en terrenos del CIPTALD.

3.5.2.2. Demarcación y establecimiento de la plantación

Para tener el terreno preparado para establecer la plantación en terreno definitivo se realizó actividades como corte de la maleza y algunos arbustos, así como la demarcación y apertura de hoyos. La plantación se estableció en el sistema de campo abierto y el método de plantación fue el de rectángulo empleando una distancia de 2 x 3 m; por fines de investigación no se realizaron fertilizaciones después realizados el establecimiento de la plantación.

3.5.2.3. Labores de limpieza de la plantación

La limpieza de la plantación se realizó mediante un calendario las cuales comprendían actividades cada 15 días, realizando labores silviculturales como los deshierbes, además, se realizó el monitoreo permanente de todas las plantas para identificar presencia de insectos u otros organismos que perjudicaran la investigación.

3.5.2.4. Evaluaciones de las plantas en campo

Las evaluaciones se registraron cada 15 días, realizando evaluaciones sobre las variables de respuesta como potencial de regeneración de raíces, crecimiento, supervivencia, color de las hojas de las plantas en campo.

3.5.3. Fase de gabinete

Los datos obtenidos en el campo fueron sometidos al análisis cuantitativo de las variables en estudio, y las medidas estadísticas que determinaron la distribución y dispersión en base a las pruebas estadísticas realizadas.

3.5.3.1. Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas para la fase de vivero y fase de campo.

Cuadro 5. Esquema de análisis de varianza de la investigación (vivero).

Fuente de Variación	GL
Tratamientos	$(t - 1) = 11$
Error	$t (r - 1) = 36$
Total	$(tr) - 1 = 47$

t: Número de tratamientos (12); r: Número de repeticiones (4).

Cuadro 6. Esquema de análisis de varianza de la investigación (campo).

Fuente de Variación	GL
Bloque	$4 - 1 = 3$
Tratamientos	$12 - 1 = 11$
Error	$(12-1)(4 - 1) = 33$
Total	$12*4 - 1 = 47$

Número de tratamientos (12); Número de bloques (4).

3.5.3.2. Análisis de correlación y regresión

Para determinar el grado del efecto entre la variable independiente (tamaño de bolsa y edad de los plantones) y la variable dependiente (calidad morfológica y de respuesta) se realizó el análisis de regresión y correlación simple, basado en los siguientes modelos matemáticos como lo menciona CALZADA (1983).

Para la ecuación de regresión

$$Y_i = a + bX_i + \epsilon_i$$

Coeficiente de correlación

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

3.5.3.3. Prueba de significancia y toma de decisión

Para determinar la comparación entre las variables de la calidad morfológicas y la calidad de respuesta por los efectos de las diferentes edades de los plantones, se realizaron la prueba de comparación de medias de Tukey (prueba honesta) a un nivel de confianza del 95%.

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de la edad de plantones de *S. macrophylla* King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en fase de vivero

4.1.1. Altura total de los plantones

En la variable altura total se ha registrado diferencias estadísticas en el factor edad de los plantones sobre el tamaño de las mismas, mientras que el tamaño de bolsa no ha repercutido de manera diferente sobre la variable en mención. Asimismo, no se ha encontrado interacción entre los niveles de cada factor en estudio (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANVA para la altura total de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	742,32	247,44	139,01	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	5,02	2,51	1,41	0,28 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	13,45	2,24	1,25	0,33 ^{ns}
Error experimental	48	85,66	1,78		
Total	59	846,45			

*: Presenta significancia estadística, ns: No existe significancia estadística. CV: 8,00%.

La altura total de los plantones de caoba presentaron diferencias estadísticas significativas, notándose similar promedios a los 4,0 y 5,0 meses

de edad debido a que la competencia que presentan generalmente es por espacio; comportamiento particular de la caoba en condiciones de Tingo María (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias para la altura total de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Altura total (cm)	Subconjunto
1	5,0	29,64	a
2	4,0	28,92	a
3	3,0	24,88	b
4	2,0	18,84	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

Los plantones de caoba producidos en diferentes tamaños de bolsas de polietileno, no presentan diferencias estadísticas significativas; aunque, numéricamente se registra una ligera relación directamente proporcional entre el tamaño de bolsa y la altura total (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias para la altura total de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Altura total (cm)	Subconjunto
1	6" x 12"	25,67	a
2	6" x 8"	24,86	a
3	5" x 7"	24,05	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.2. Diámetro a nivel del cuello

Los factores en estudio: edad de los plantones de caoba y el tamaño de bolsa utilizado, presentaron efectos significativos sobre el diámetro del tallo a nivel del cuello; mientras que, no se encontró significancia estadística para la interacción de los niveles de cada factor (Cuadro 10).

Cuadro 10. ANVA para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	0,0558	0,0186	93,0	0,001*
Tamaño de bolsa	2	0,0060	0,0030	15,0	0,001*
Edad * Tamaño	6	0,0001	0,0002	0,12	0,91 ^{ns}
Error experimental	48	0,0087	0,00020		
Total	59	0,0715			

*: Presenta significancia estadística

ns: No existe significancia estadística. CV: 6,18%.

En los efectos del diámetro a nivel del cuello del plantón, se observó diferencias estadísticas entre los cuatro niveles considerados del factor tiempo en el vivero, donde se notó un crecimiento de los valores promedios del DAC mientras que el plantón permanece mayor tiempo en la fase de vivero. Producir plantones con 5,0 meses de edad considerando desde el almacigado, va generar individuos con mayor diámetro del tallo, mientras que considerarlas menor tiempo de permanencia alcanzó menores diámetros (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	DAC (cm)	Subconjunto
1	5,0	0,46	a
2	4,0	0,38	b
3	3,0	0,33	c
4	2,0	0,30	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

Se determinó significancia estadística a causa del factor tamaño de bolsa, siendo el tamaño de bolsa 5" x 7" que registró menor influencia sobre el diámetro a nivel del cuello de los plantones (DAC), mientras que los plantones producidos en tamaño 6" x 8" y tamaño 6" x 12" alcanzaron efectos estadísticamente similares sobre la variable diámetro del tallo a nivel del cuello (Cuadro 12).

Cuadro 32. Comparación de medias para el diámetro a nivel del cuello de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	DAC (cm)	Subconjunto
1	6" x 12"	0,42	a
2	6" x 8"	0,41	a
3	5" x 7"	0,33	b

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.3. Cantidad de hojas

La edad de los plantones representó diferencias estadísticas sobre la cantidad de hojas que presentó cada plantón, en caso de los tamaños de bolsas, se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas de la variable en mención. Además, se ha registrado interacción estadística entre los niveles de los factores considerados en el estudio (Cuadro 13).

Cuadro 134. ANVA para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	70,71	23,570	107,625	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	0,41	0,205	0,936	0,43 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	4,15	0,691	3,155	0,03*
Error experimental	48	10,55	0,219		
Total	59	85,82			

*: Presenta significancia estadística.

ns: No existe significancia estadística. CV: 9,28%.

Notablemente, la mayor cantidad de hojas se ha registrados en los plantones con mayor tiempo de permanencia en el vivero, además, se observó que el número de hojas promedio para los plantones de 2,0 meses y 3,0 meses fueron estadísticamente similares. Generalmente cuando la cantidad de hojas en un plantón durante la fase de vivero es excesivo a causa de la edad, puede ser afectada en el área foliar (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Hojas	Subconjunto
1	5,0	8,15	a
2	4,0	7,14	b
3	3,0	5,62	c
4	2,0	5,44	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

La cantidad de hojas en los plantones de caoba, no presentaron diferencias estadísticas significativas a causa de los efectos principales del factor tamaño de bolsa; más aún, no hubo relación directa ni inversa entre el tamaño de bolsa y la cantidad de hojas, debido a que esta variable tiene mayor influencia por otros factores como la edad de los plantones o nutrición de las plantas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias para la cantidad de hojas de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Cantidad de hojas	Subconjunto
1	6" x 12"	6,84	a
2	5" x 7"	6,46	a
3	6" x 8"	6,32	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.4. Peso seco del vástago

La biomasa o peso seco del vástago fue influenciada estadísticamente por la edad que los plantones alcanzaron en el vivero, mientras que el tamaño de bolsa no presentó diferencias estadística alguna. Además, se registró que no hubo diferencias estadísticas significativas entre la interacción de los dos factores en estudio (Cuadro 16).

Cuadro 16. ANVA para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	26,108	8,700	174,0	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	0,125	0,062	1,24	0,41 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	0,472	0,078	1,56	0,48 ^{ns}
Error experimental	48	2,402	0,050		
Total	59	29,107			

*: Presenta significancia estadística

ns: No existe significancia estadística. CV: 14,47%.

Las biomásas de la parte aérea o vástago del plantón, presentaron diferencias estadísticas significativas, además, se ha notado que los plantones comprendidos entre los 4,0 y 5,0 meses posteriores al repique alcanzaron valores promedios similares, esto indica que a partir de los cuatro meses la biomasa del vástago se uniformiza, este es un comportamiento particular para la caoba (Cuadro 17).

Cuadro 17. Comparación de medias para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Peso seco vástago (g)	Subconjunto
1	5,0	3,02	a
2	4,0	2,84	a
3	3,0	2,02	b
4	2,0	1,26	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

El peso seco del vástago que comprende el tallo y las hojas de los plantones de caoba producidos en diferentes tamaños de bolsa de polietileno, no presentaron diferencias estadísticas significativas; notándose, numéricamente una ligera relación directamente proporcional entre el tamaño de bolsa utilizada y la biomasa acumulada en la parte aérea del plantón (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias para el peso seco del vástago de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Peso seco vástago (g)	Subconjunto
1	6" x 12"	2,06	a
2	6" x 8"	1,98	a
3	5" x 7"	1,92	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.5. Peso seco de la raíz

La edad de los plantones influyó estadísticamente sobre la biomasa de la raíz en los plantones de caoba, mientras que el tamaño de bolsa no presentó diferencias estadísticas sobre la variable mencionada. Además, no se registró interacción estadística significativa entre los dos factores considerados en el estudio (Cuadro 19).

Cuadro 19. ANVA para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad de plantón	3	0,502	0,167	167,30	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	0,005	0,002	2,50	0,45 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	0,005	0,001	1,11	0,35 ^{ns}
Error experimental	48	0,050	0,001		
Total	59	0,562			

*: Presenta significancia estadística

ns: No existe significancia estadística. CV: 9,85%.

La biomasa o peso seco de la raíz presentó diferencias estadísticas a causa del tiempo de permanencia en el vivero, registrando mayor acumulación de biomasa mientras se mantenía a mayor tiempo de permanencia en el vivero, esta variable es un indicador de la cantidad mas no la calidad del sistema radicular, debido a que en las bolsas de tamaño 5" x 7" se encontraron con deformaciones (Cuadro 20).

Cuadro 20. Comparación de medias para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Peso seco raíz (g)	Subconjunto
1	5,0	0,61	a
2	4,0	0,57	a
3	3,0	0,42	b
4	2,0	0,36	b

Letras diferentes indican significancia estadística.

La biomasa o peso seco del sistema radicular de los plantones de caoba producidos en diferentes tamaños de bolsa, no presentan diferencias estadísticas significativas.

Numéricamente, ha sido notorio una ligera relación directamente proporcional entre el tamaño de bolsas utilizado y la biomasa acumulada en el sistema radicular (Cuadro 21).

Cuadro 21. Comparación de medias para el peso seco de la raíz de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Peso seco raíz (g)	Subconjunto
1	6" x 12"	0,48	a
2	6" x 8"	0,42	a
3	5" x 7"	0,42	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.6. Índice de esbeltez

La edad de los plantones repercutió sobre el índice de esbeltez de los individuos producidos durante la fase de vivero; en caso del tamaño de bolsa, se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas para la misma variable en mención. Además, no se ha determinado interacción entre los niveles de cada factor estudiado (Cuadro 22).

Cuadro 22. ANVA para el índice de esbeltez de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	2.525,56	801,03	64,54	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	59,44	31,61	2,55	0,09 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	76,80	13,14	1,06	0,40 ^{ns}
Error experimental	48	530,60	12,41		
Total	59	3.192,40			

*: Presenta significancia estadística.

ns: No existe significancia estadística.

CV: 8,12%.

Los plantones con cuatro meses de edad alcanzaron mayores valores referentes al índice de esbeltez, mientras que al presentar edades de 3,0 meses y 5,0 meses, sus efectos fueron similares. Además, no se ha registrado relación alguna entre la edad de los plantones y los valores del índice de esbeltez alcanzados (Cuadro 23).

Cuadro 23. Comparación de medias para el índice de esbeltez en plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Índice de esbeltez	Subconjunto
1	4,0	7,60	a
2	3,0	6,80	b
3	5,0	6,70	b
4	2,0	5,80	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

La edad de los plantones no presentó diferencias estadísticas referentes a los valores del índice de esbeltez.

Numéricamente, los plantones producidos en bolsas de tamaño 5" x 7" alcanzaron mayor índice de esbeltez, mientras que el menor valor se registró por efecto del tamaño de bolsa 6" x 8" (Cuadro 24).

Cuadro 24. Comparación de medias para el índice de esbeltez de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Índice de esbeltez	Subconjunto
1	5" x 7"	6,90	a
2	6" x 12"	6,70	a
3	6" x 8"	6,60	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

Análisis a un 95% de confiabilidad.

4.1.7. Razón Pa/Rz

La edad de los plantones de caoba influenció significativamente sobre la razón Pa/Rz, mientras que el tamaño de bolsa utilizado no presentó diferencia estadística significativa. Asimismo, no se ha registrado interacción significativa entre los niveles de cada factor estudiado (Cuadro 25).

Cuadro 25. ANVA para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	35,26	11,75	69,11	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	0,12	0,06	0,35	0,85 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	0,40	0,07	0,41	0,91 ^{ns}
Error experimental	48	7,95	0,17		
Total	59	43,73			

*: Presenta significancia estadística.

ns: No existe significancia estadística.

CV: 9,89%.

La proporción de la biomasa aérea sobre la biomasa del sistema radicular (razón Pa/Rz) presentó diferencias estadísticas significativas. Los plantones con edades de 5,0 meses y 4,0 meses alcanzaron razones de mayor valor, seguido de los plantones con 3,0 meses de edad; debido a su particularidad de la caoba, esta especie presenta una elongación en el crecimiento posterior a la germinación (Cuadro 26).

Cuadro 26. Comparación de medias para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Proporción Pa/Rz	Subconjunto
1	5,0	6,18	a
2	4,0	5,64	a
3	3,0	4,60	b
4	2,0	3,46	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

La proporción o razón de la parte aérea y la parte radicular no fue significativo en los plantones de caoba por efecto principal del tamaño de bolsa utilizado, por otro lado, se registró la relación directamente proporcional entre el incremento del tamaño de bolsa y el incremento de la razón en mención; se ha notado un elevado valor de la biomasa aérea en relación a la biomasa del sistema radicular (Cuadro 27).

Cuadro 27. Comparación de medias para la razón Pa/Rz de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Proporción Pa/Rz	Subconjunto
1	6" x 12"	5,04	a
2	6" x 8"	4,64	a
3	5" x 7"	4,58	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.1.8. Índice de Dickson

El índice de Dickson fue influenciado estadísticamente por la edad de los plantones en la fase de vivero, mientras que el tamaño de las bolsas no afectó significativamente sobre dicha variable. Además, se observa que no hubo significancia estadística para la interacción entre los niveles pertenecientes a cada factor en estudio (Cuadro 28).

Cuadro 28. ANVA para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Edad del plantón	3	0,0055	0,00180	168,73	<0,001*
Tamaño de bolsa	2	0,0002	0,00001	3,18	0,051 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	0,0000	0,00001	0,55	0,775 ^{ns}
Error experimental	48	0,0005	0,00000		
Total	59	0,0062			

*: Presenta significancia estadística

ns: No existe significancia estadística.

CV: 11,45%.

El índice de Dickson que es una medida integral del vigor del plantón, señalan que fue estadísticamente diferente entre los tiempos de permanencia en el vivero, determinándose mayor valor mientras mayor fue la edad de los plantones de caoba; por lo tanto se concluye que a 5,0 meses de edad, los plantones son de mejor calidad (Cuadro 29).

Cuadro 29. Comparación de medias para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Índice de Dickson	Subconjunto
1	5,0	0,51	a
2	4,0	0,43	b
3	3,0	0,38	c
4	2,0	0,27	d

Letras diferentes indican significancia estadística.

En la producción de plantones de caoba por efecto de los tamaños de bolsa utilizado, no se encontró diferencias estadísticas en el índice de Dickson, variable considerada como la calidad del plantón.

Por otro lado se registró ligera relación positiva entre el incremento del tamaño de bolsa y el incremento del valor de dicho índice (Cuadro 30).

Cuadro 30. Comparación de medias para el índice de Dickson de los plantones de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Índice de Dickson	Subconjunto
1	6" x 12"	0,36	a
2	6" x 8"	0,35	a
3	5" x 7"	0,32	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

Análisis a un 95% de confiabilidad.

4.2. Efecto de la edad de plántones de *S. macrophylla* King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en terreno definitivo

4.2.1. Incremento en altura total de las plantas

La edad de los plántones ha presentado diferencias estadísticas significativas sobre el incremento de la altura total, de manera similar, se ha registrado diferencias estadísticas significativas a causa del tamaño de las bolsas. Además, se ha determinado interacción estadística significativa entre los niveles de cada factor estudiado (Cuadro 31).

Cuadro 31. ANVA para el incremento en la altura en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	3	25,11	8,37	9,85	0,001*
Edad del plantón	3	102,84	34,28	40,33	<0,001*
Tamaño de bolsa	2	156,66	78,33	92,16	<0,001*
Edad * Tamaño	6	115,98	19,33	22,75	<0,001*
Error experimental	33	28,05	0,85		
Total	47	428,64			

*: Presenta significancia estadística. CV: 7,86%.

Se ha encontrado diferencias estadísticas significativas en la variable incremento de la variable altura total en terreno definitivo a causa de los efectos principales del factor edad de los plántones, este comportamiento es también atribuido a las condiciones donde se estableció (Cuadro 32).

Cuadro 32. Comparación de medias para el incremento en altura en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Incremento en altura (cm)	Subconjunto
1	5,0	27,49	a
2	4,0	25,44	b
3	3,0	23,78	b
4	2,0	22,05	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

Se determinó que el incremento de la variable altura total fue significativo, particularmente debido al efecto del mayor tamaño de bolsa, este comportamiento en terreno definitivo favoreció por presentar mayor pan de tierra y que las plantas no sufrieron el estrés a causa de su sistema radicular; menor efecto sobre el incremento en la variable altura se determinó en los plantones producidos en tamaño de bolsa 5" x 7" (Cuadro 33).

Cuadro 33. Comparación de medias para el incremento en altura en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Incremento en altura (cm)	Subconjunto
1	6" x 12"	26,82	a
2	6" x 8"	24,93	b
3	5" x 7"	23,09	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.2. Incremento en diámetro a nivel de cuello en las plantas

Los bloques no influenciaron sobre el diámetro. La edad de los plantones ha repercutido de manera significativa sobre el incremento del diámetro del tallo a nivel del cuello; de manera similar, los tamaños de bolsas utilizados para producir plantones de caoba también registraron diferencias estadísticas significativas. Además, se ha encontrado significancia en la interacción de los niveles de cada factor en estudio (Cuadro 34).

Cuadro 34. ANVA para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	3	0,001	0,0002	0,97	0,43 ^{ns}
Edad del plantón	3	0,036	0,012	68,41	<0,01*
Tamaño de bolsa	2	0,060	0,030	151,68	<0,01*
Edad * Tamaño	6	0,048	0,008	40,87	<0,01*
Error experimental	33	0,006	0,0002		
Total	47	0,151			

ns: no presenta diferencias estadísticas. *: Presenta significancia estadística. CV: 4,89%.

Otro indicador del comportamiento referente al crecimiento de la planta denominado calidad de respuesta fue el incremento del diámetro a nivel del cuello, notándose diferencias estadísticas significativas; no se registró relación directamente proporcional entre la edad del plantón y el incremento del diámetro a nivel del cuello (Cuadro 35).

Cuadro 35. Comparación de medias para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Incremento DAC (cm)	Subconjunto
1	5,0	0,45	a
2	2,0	0,42	a
3	3,0	0,38	b
4	4,0	0,29	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

El incremento del diámetro a nivel del cuello, fue favorable a causa del uso de las bolsas con mayor tamaño, además, se recalca que otra de las funciones del tamaño de bolsa es que presentan mayor estabilidad de los plantones al colocarlos en posición vertical y no se altera o afecta la parte del sistema radicular ni la parte aérea durante el transporte (Cuadro 36).

Cuadro 36. Comparación de medias (Tukey) para el incremento en diámetro a nivel del cuello en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño	Incremento DAC (cm)	Subconjunto
1	6" x 12"	0,46	a
2	6" x 8"	0,37	b
3	5" x 7"	0,30	c

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.3. Potencial de regeneración de raíces

La edad de los plántones no presentó significancia estadística sobre la regeneración de las raíces, en el caso del tamaño de bolsa utilizada para la producción de plántones, tampoco se encontró significancia estadística. Además, no se encontró significancia estadística para la interacción entre los niveles de cada factor (Cuadro 37).

Cuadro 37. ANVA para la regeneración de raíces de los plántones de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloques	3	0,079	0,026	1,08	0,36 ^{ns}
Edad del plantón	3	0,018	0,006	0,25	0,85 ^{ns}
Tamaño de bolsa	2	0,004	0,002	0,08	0,93 ^{ns}
Edad * Tamaño	6	0,319	0,053	2,20	0,08 ^{ns}
Error experimental	33	0,801	0,024		
Total	47	1,221			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas. CV: 39,40%.

La capacidad de regeneración de las raíces no presentó diferencias estadísticas significativas a causa de los efectos principales del factor edad de los plántones o tiempo de permanencia en el vivero, esto debido a que las plantas presentaron raíces secundarias muy finas y posiblemente no se le puede considerar como indicador para esta especie. Menor regeneración de raíces se registró en los plántones con mayor edad (Cuadro 38).

Cuadro 38. Comparación de medias para la regeneración de raíces de los plantones de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	PRR (g)	Subconjunto
1	2,0	0,38	a
2	3,0	0,32	a
3	4,0	0,27	a
4	5,0	0,26	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

La capacidad de regeneración de raíces en los plantones de caoba no fue significativa, debido posiblemente a que se ha observado en el pan de tierra de algunas plantas producidas en bolsas de 6" x 8" o 6" x 12", el crecimiento de pocas raíces, posiblemente a que aún contaban con espacios para seguir creciendo a pesar de evaluar esta variable al mes de establecido (Cuadro 39).

Cuadro 39. Comparación de medias para la regeneración de raíces de los plantones de caoba por efecto del tamaño de la bolsa.

Mérito	Tamaño de bolsa	PRR (g)	Subconjunto
1	6" x 12"	0,32	a
2	5" x 7"	0,29	a
3	6" x 8"	0,28	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.4. Supervivencia en plantas de caoba

La edad de los plántones no presentó significancia estadística sobre la supervivencia en terreno definitivo, en el caso del tamaño de bolsa utilizada para la producción de plántones, tampoco se determinó significancia estadística. Además, no se encontró significancia estadística para la interacción en los niveles de cada factor estudiado (Cuadro 40).

Cuadro 40. ANVA para la supervivencia en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	3	825,00	275,00	0,81	0,50 ^{ns}
Edad del plantón	3	491,67	163,89	0,48	0,70 ^{ns}
Tamaño de bolsa	2	316,67	158,33	0,46	0,63 ^{ns}
Edad * tamaño	6	3.083,33	513,89	1,50	0,21 ^{ns}
Error experimental	33	11.275,00	341,67		
Total	47	15.991,67			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas. CV: 16,12%.

La supervivencia en las plantas de caoba no presentó diferencias estadísticas significativas a causa de los efectos principales del factor edad de los plántones. Numéricamente, la mayor mortalidad de plantas se registró por efectos del tamaño de bolsa 6" x 12", mientras que el menor valor se observó en las plantas provenientes de las bolsas de tamaño 6" x 8" (Cuadro 41).

Cuadro 41. Comparación de medias para la supervivencia en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño de bolsa	Supervivencia (%)	Subconjunto
1	6" x 8"	97,00	a
2	5" x 7"	92,00	a
3	6" x 12"	88,00	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

La supervivencia de las plantas en terreno definitivo no fue significativo por efecto de la edad de los plántones en el vivero. Numéricamente, se registró que el mayor valor porcentual de plantas vivas se encontró al utilizar plántones con una edad de cuatro meses, mientras que menor cantidad de individuos vivos se ha registrado al utilizar individuos de caoba con una edad de 5,0 meses (Cuadro 42).

Cuadro 42. Comparación de medias para la supervivencia en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Supervivencia (%)	Subconjunto
1	4,0	97,00	a
2	3,0	93,50	a
3	2,0	92,00	a
4	5,0	88,80	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.5. Coloración verde oscuro en plantas

El factor edad de los plantones no presentó significancia estadística sobre las plantas que presentaron hojas de color verde oscuro, en caso del tamaño de bolsa utilizado para la producción de plantones, tampoco se registró significancia estadística. Asimismo, no se encontró significancia estadística para la interacción entre los niveles de cada factor considerado en el estudio (Cuadro 43).

Cuadro 43. ANVA para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	3	4.891,67	1.630,56	1,50	0,23 ^{ns}
Edad del plantón	3	4.691,67	1.563,89	1,44	0,25 ^{ns}
Tamaño de bolsa	2	1.216,67	608,33	0,56	0,58 ^{ns}
Edad * tamaño	6	6.783,33	1.130,56	1,04	0,42 ^{ns}
Error experimental	33	35.808,33	1.085,10		
Total	47	53.391,67			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas. CV: 72,60%.

Numéricamente, la coloración de hojas verde oscuro se observó en las plantas provenientes de bolsas 6" x 8", mientras que plantones provenientes con tamaño de bolsas 6" x 12" obtuvieron menor cantidad de individuos con color de hoja verde oscuro (Cuadro 44).

Cuadro 44. Comparación de medias para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efecto del tamaño de bolsa.

Mérito	Tamaño de bolsa	Verde oscuro (%)	Subconjunto
1	6" x 8"	58,00	a
2	5" x 7"	49,00	a
3	6" x 12"	45,25	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

La coloración de hojas verde oscuro en las plantas de caoba establecidas en terreno definitivo no fue significativo por efecto de la edad de los plantones en el vivero. Numéricamente, se registró que el mayor valor de plantas con color verde oscuro se encontró al utilizar plantones con una edad de 2,0 meses, mientras que menor cantidad de individuos del mismo color se registró al utilizar individuos de caoba con 5,0 meses de edad (Cuadro 45).

Cuadro 45. Comparación de medias para la coloración verde oscuro en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Verde oscuro (%)	Subconjunto
1	2,0	59,75	a
2	4,0	54,00	a
3	3,0	51,26	a
4	5,0	33,77	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.6. Coloración verde claro en plantas

La edad de los plantones no presentó significancia estadística sobre la coloración de hojas verde claro; en caso del tamaño de bolsa utilizada para la producción de plantones, tampoco se encontró significancia estadística para la variable en mención. Además, no se encontró significancia estadística para la interacción entre los niveles de cada factor (Cuadro 46).

Cuadro 46. ANVA para la coloración verde claro en plantas de caoba por efectos del tamaño de bolsa y edad.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	3	5.825,00	1.941,67	2,10	0,12 ^{ns}
Edad del plantón	3	5.491,67	1.830,56	1,98	0,14 ^{ns}
Tamaño de bolsa	2	350,00	175,00	0,19	0,83 ^{ns}
Edad * tamaño	6	10.183,33	1.697,22	1,84	0,12 ^{ns}
Error experimental	33	30.475,00	923,49		
Total	47	52.325,00			

ns: no existe diferencias estadísticas significativas. CV: 76,30%.

La coloración de hojas verde claro en las plantas de caoba no presentó diferencias estadísticas significativas a causa de los efectos principales del factor edad de los plantones. Numéricamente, la mayor cantidad de plantas con hojas verde claro se observó en el campo al utilizar plantones en bolsas pequeñas (Cuadro 47).

Cuadro 47. Comparación de medias para la coloración verde claro en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Tamaño de bolsa	Verde claro (%)	Subconjunto
1	5" x 7"	47,00	a
2	6" x 12"	43,00	a
3	6" x 8"	39,80	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

La coloración de hojas verde claro en las plantas de caoba establecidas en terreno definitivo no fue significativo por efecto de la edad de los plantones. Numéricamente, se registró que mayor valor de plantas con color verde claro se encontró al utilizar plantones con una edad de 5,0 meses, mientras que menor cantidad de individuos del mismo color se registró al utilizar individuos de caoba con dos meses de edad (Cuadro 48).

Cuadro 48. Comparación de medias para la coloración verde claro en plantas de caoba por efecto de la edad.

Mérito	Edad (meses)	Verde claro (%)	Subconjunto
1	5,0	58,00	a
2	4,0	47,73	a
3	3,0	44,73	a
4	2,0	30,00	a

Letras diferentes indican significancia estadística.

4.2.7. Correlación entre variables

Al buscar la relación entre los factores de estudio y los indicadores de la calidad de respuesta en la caoba, se deduce que: El tamaño de bolsa tiene relación positiva con el incremento del diámetro de tallo y el incremento de la altura total; en caso de la edad de los plántones se relaciona con el color de hoja verde claro y el incremento de la altura (Cuadro 49).

Cuadro 49. Relación de los factores de estudio con los indicadores de la calidad de respuesta.

Variables	Tamaño de bolsa		Edad de los plántones	
	Correlación	Significancia	Correlación	Significancia
Color verde claro	-0,062 ^{ns}	0,676	0,310*	0,032
Color verde oscuro	-0,015 ^{ns}	0,918	-0,263 ^{ns}	0,071
Supervivencia (%)	-0,038 ^{ns}	0,718	-0,025 ^{ns}	0,875
Regeneración de raíz (g)	0,013 ^{ns}	0,931	-0,110 ^{ns}	0,456
Incremento en diámetro	0,557*	<0,001	-0,058 ^{ns}	0,545
Incremento en altura	0,525*	<0,001	0,480*	0,001

ns: sin significancia estadística. *: Presenta significancia.

La relación entre la edad de los plántones con la coloración de hoja verde claro y la edad de los plántones con el incremento del DAC fue muy bajo debido a que el coeficiente de determinación fue 9,64% y 31,76% respectivamente (Figura 1 y 2).

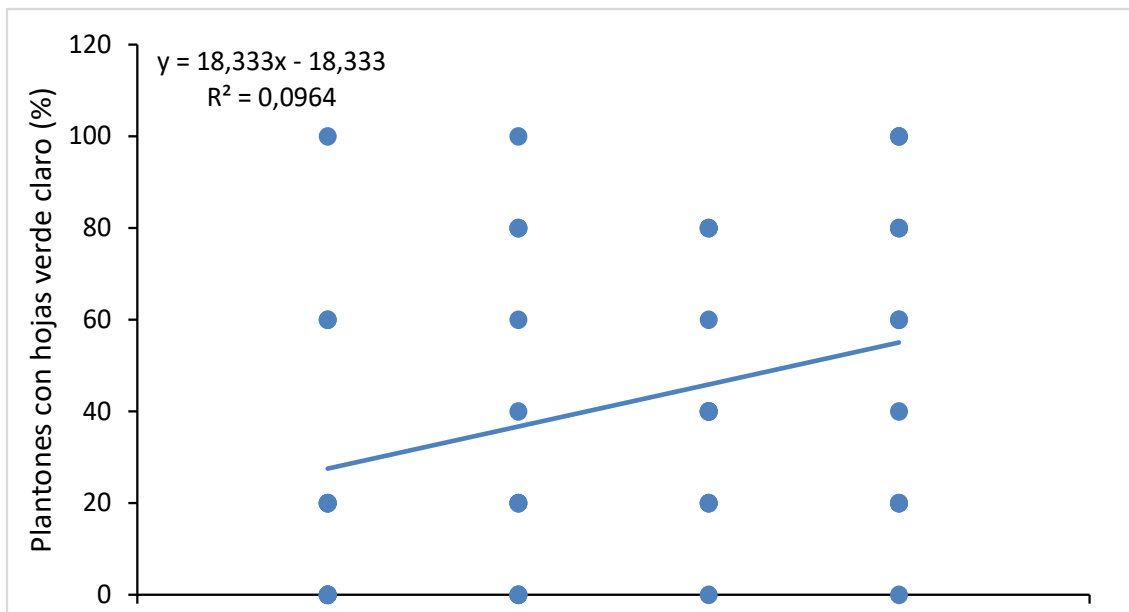


Figura 1. Relación entre la edad de los plantones con la coloración de hojas verde claro.

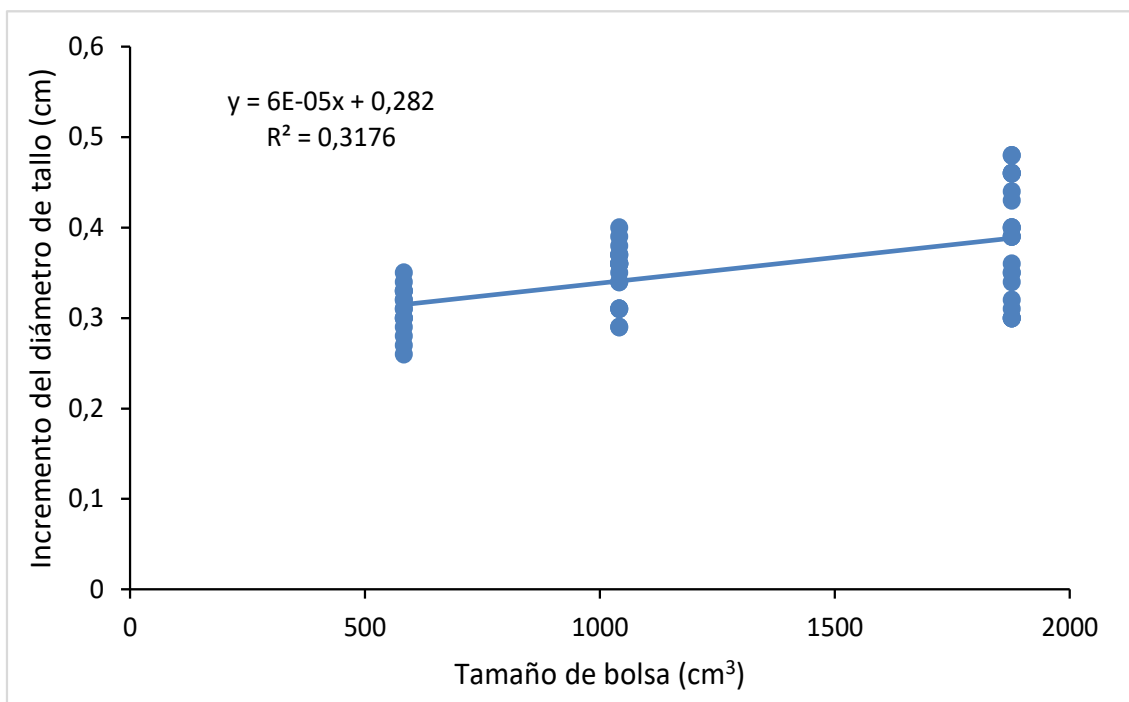


Figura 2. Relación entre el tamaño de bolsa con el incremento del diámetro del tallo.

La relación entre el tamaño de bolsa con el incremento de la altura total en las plantas de caoba fue directamente proporcional con un coeficiente de determinación que indica la influencia en un 33,83% del tamaño de bolsa utilizada en el vivero para la producción de plantones sobre el incremento en altura total posteriores al establecimiento, que es un indicativo de la buena calidad de respuesta (Figura 3).

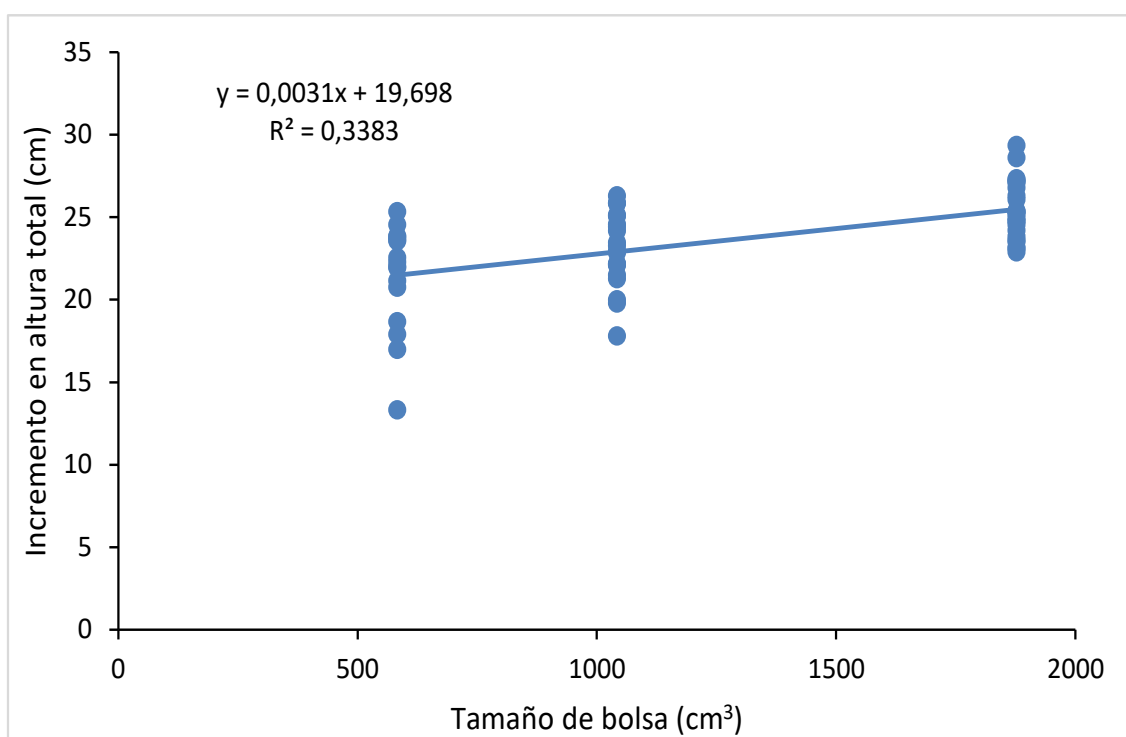


Figura 3. Relación entre el tamaño de bolsa con el incremento de la altura total.

La relación entre la edad de los plantones con el incremento de la altura total en las plantas de caoba fue directamente proporcional con un coeficiente de determinación que indica la influencia en un 17,65% de la edad de los plantones de caoba que alcanza en el vivero sobre el incremento en altura total posteriores al establecimiento, que es un indicador de la calidad de respuesta (Figura 4).

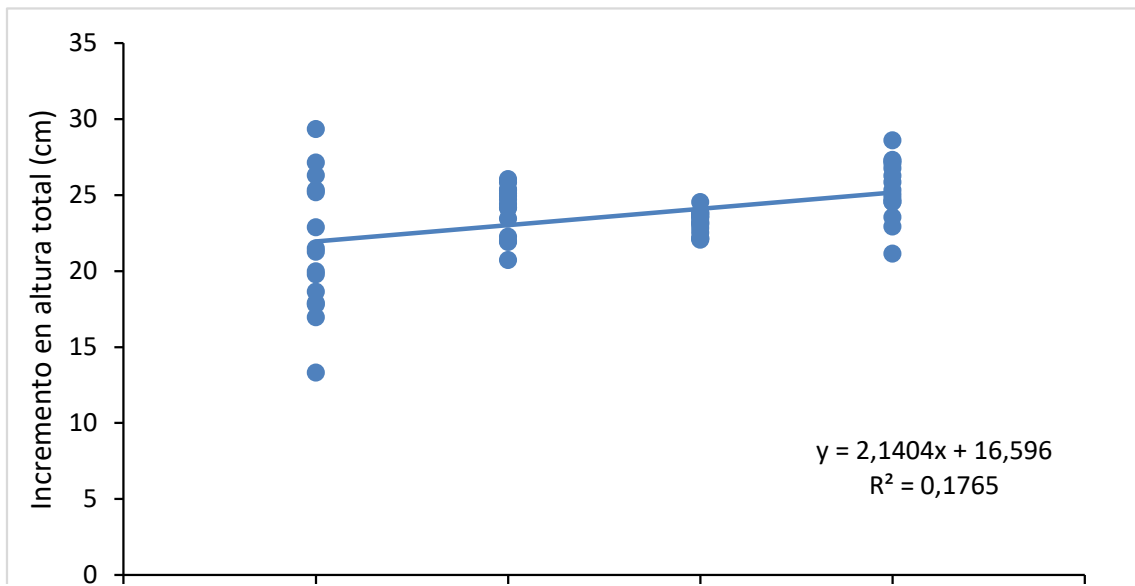


Figura 4. Relación entre la edad de los plantones con el incremento de la altura total.

V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de la edad de plántones de *S. macrophylla* King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en fase de vivero

La variable altura total de *S. macrophylla* King., registró diferencias estadísticas en los niveles del factor edad de los plántones, siendo los valores de mayor dimensión a los 4,0 y 5,0 meses (28,92 cm 29,64 cm respectivamente), característica particular del rápido crecimiento y difieren a lo reportado por WADSWORTH (2000) en *Pinus kesiya* con 11 meses; esto demuestra la particularidad de la especie la cual para MURILLO y CAMACHO (1997), saber la altura inicial al establecer sí puede tener importancia según sea el sistema de producción que se haya utilizado en el vivero, traduciéndose en la calidad que los plántones.

No se encontró efectos diferentes del tamaño de las bolsas utilizadas en producir los plántones sobre la altura total alcanzada, posiblemente a la competencia que existía en los plántones con bolsas pequeñas y que competieron por espacio y luz (etiolación), ante esto, QUIRÓZ *et al.* (2009) señalan que se debe incluir como parte del manejo, el uso de separadores con dimensiones entre 5 a 8 cm, con la cual, el plántón alcanza mejor capacidad fotosintética, la superficie de transpiración y un adecuado sistema radicular.

Los valores promedios de la altura total están entre los rangos mencionados por LAMPRECHT (1990), en donde las alturas de los plántones para las especies forestales tropicales oscilan entre 15 cm a 30 cm, donde puedan ser de mejor calidad y compitan con la maleza del terreno definitivo para generar rentabilidad.

En caso del diámetro a nivel del cuello para los plántones de *S. macrophylla* King., se observa diferencias estadísticas en el factor tiempo de permanencia en el vivero y tamaño de la bolsa utilizada, la cual es de suma importancia al momento de tomar las decisiones durante la producción de plántones, debido a que BAUTISTA-ZARCO *et al.* (2005) señalan que la calidad mejora mientras mayor es la edad y que hay relación directa con la sobrevivencia en campo, debido a la resistencia mecánica que presentan (QUIRÓZ *et al.*, 2009).

La ventaja de alcanzar valores elevados del diámetro a nivel del cuello es señalado por ARNOLD (1996), que ratifica la mejora de la calidad en un plánton en relación al mayor valor del diámetro del tallo y el peso fresco de una planta; además, la empresa SMURFIT KAPPA (2008), que este indicador (DAC) está relacionado con un sistema radicular fibroso y un alto valor de su biomasa o peso seco.

La cantidad de hojas fue influenciada por la edad de los plántones, debido a que aún no presentaba defoliación y fue favorecida a la calidad de los mismos, al respecto QUIRÓZ *et al.* (2009) señalan la importancia de presentar

mayor cantidad de hojas, que se traduce en alcanzar mayor capacidad fotosintética, incrementando la superficie de transpiración y que es adecuado su sistema radicular, mientras que LUGANO (1998) recalca que hay que tener cuidado con el tiempo de permanencia en el vivero ya que se puede ocasionar plantones con abundante hojas pero afectadas por la competencia.

La biomasa radicular presentó diferencias estadísticas significativas ocasionada por la edad de los plantones, la cual es ratificada por SMURFIT KAPPA (2008), al mencionar que el DAC que está relacionado con un sistema radicular fibroso y corroborando con GALLOWAY (1997) sobre la cantidad de biomasa alcanzada; estos resultados no indican la calidad del sistema radicular debido a que se observó deformaciones en los plantones con mayor edad, ante lo cual GALLOWAY (1997), añade que las raíces no deben presentar deformaciones causadas por un tiempo excesivo en la fase de vivero, la cual disminuye la calidad, a causa del enrollamiento de la raíz dentro de la bolsa (MURILLO y CAMACHO, 1997).

Las biomasa del vástago en los plantones de *S. macrophylla* King., presentaron diferencias estadísticas significativas, registrando que a partir de los 4,0 meses de edad. Al respecto SMURFIT KAPPA (2008) ratifica que la calidad del plantón se debe además de un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez, un sistema radicular fibroso, al alto valor de biomasa que presenta, a pesar que, VILLAR-SALVADOR (2003) afirma que los caracteres de calidad de las plantas han sido pensados para coníferas, principalmente, y algunas especies arbóreas latifoliadas, la cual limita compararlos.

La edad de los plantones de *S. macrophylla* King. presentó efectos diferentes sobre el indicador de calidad índice de esbeltez, registrando que mientras mayor es la edad, el valor se incrementa, debido a que la relación de la resistencia de la planta (DAC) es mucho más que la mitad de la capacidad fotosintética que refiere a la altura (TORAL, 1997), la cual QUIRÓZ *et al.* (2009) mencionan que a un valor más elevado de 10, los plantones son muy altos o están etiolados ya que los valores entre 5 a 10 indican una mejor calidad de los plantones y valores menores a 5 indican que el plantón es de poca altura.

La edad de los plantones influyó estadísticamente en el cociente de la biomasa aérea sobre la biomasa de la raíz, comportamiento particular de esta especie debido al tamaño de las hojas y al reducido espacio entre bolsas y presenta una elongación pronunciada en el crecimiento posterior a la germinación sin crecimiento diametral notorio. GALLOWAY (1997) señala que existe una buena relación entre el tallo y las raíces con un resultado de 2, mientras que, MONTOYA y CÁMARA (1996) añaden que el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz, o lo que QUIRÓZ *et al.* (2009) indican que, mientras más estrecha es la relación cercana a 1, mayor será la posibilidad de supervivencia en sitios secos.

La edad de los plantones afectó estadísticamente el valor general del índice de calidad de Dickson, registrando relación positiva entre el valor del ICD y la edad de los plantones, la cual para VÁSQUEZ (2001) recalca que se debe abastecer plantones con calidad a los proyectos de reforestación que garantizarán buena supervivencia, prendimiento y crecimiento; mientras que

VILLAR-SALVADOR (2003) ratifica que el ICD influye mucho más en el éxito de la plantación a corto y largo plazo que las técnicas de plantación utilizadas.

5.2. Efecto de la edad de plántones de *S. macrophylla* King. y tamaño de bolsa sobre la calidad en terreno definitivo

Se encontró efectos diferentes en el incremento de la altura total y el diámetro del tallo en las plantas procedentes del vivero con diferentes edades y el uso de los tamaños de bolsas. Para VILLAR-SALVADOR (2003) es la representación real del vigor y la resistencia que los plántones presentaban en el vivero, aunque esto puede ser muy variable debido a factores como el clima en que se plante (CORTINA y VALLEJO, 2004 y ESCOBAR, 1990).

A pesar de que la calidad del plánton no es un concepto absoluto (OLIET *et al.*, 1999), se ha registrado mejores comportamientos del diámetro de tallo en fase de campo de los plántones procedentes del uso de bolsas con mayor tamaño y con mayor cantidad de pan de tierra.

El potencial de regeneración de raíces no fue afectado por la edad que presentaban los plántones al momento de establecerlos, la cual es contrario a lo mencionado por MATTSSON (1997), la calidad de plántones en el vivero repercute sobre su potencialidad funcional. Por otra parte, pese a que las cualidades de calidad pueden variar según los intereses de las partes involucradas en la producción, manejo y empleo final de la planta (FOLK y GROSSNICKLE, 1997), parece lógico pensar que tales características deben maximizar la supervivencia, crecimiento y potencial reproductivo de la planta.

Se encontró nuevas raíces a los 30 días de evaluadas pero sin diferencias entre los tratamientos. BURDETT (1979) y RITCHIE (1985) resaltan la importancia de evaluar el potencial de regeneración de raíces que lo realizan durante al menos 7 días; motivo por el cual puede ser la similaridad de resultados ya que en 30 días pudo efectuarse el comportamiento igual de la biomasa de raíces debido a las condiciones del suelo (humedad, temperatura y lo más importante las condiciones nutricionales), la cual es importante considerar en las evaluaciones según PUÉRTOLAS *et al.* (2003).

No se registró mortalidad y ataque de insectos en las plantas de *S. macrophylla* King. Al respecto, CORTINA y VALLEJO (2004) indican que en las plantaciones forestales estos indicadores son muy variadas y que frecuentemente ocurre por criterios técnicos mal planificadas y ejecutadas.

VI. CONCLUSIONES

1. Los plantones de *S. macrophylla* King., es influenciada por el tamaño de bolsa 6" x 8" en las variables DAC (0,41 cm), mientras que en campo incremento de la altura total fue 24,93 cm, el incremento del DAC (0,37 cm); las demás variables presentaron comportamiento similar en el tamaño de bolsa, siendo nula los efectos en la mortalidad de las plantas.
2. Los plantones de *S. macrophylla* King., a partir de los 4,0 meses, es influenciada en los diferentes atributos de calidad, alcanzando mejores promedios de 28,92 cm para la altura total, 0,38 cm del DAC, 7,14 en hojas, 7,60 de esbeltez y 0,43 del ICD; en el potencial de regeneración de raíces y mortalidad no hubo efectos diferentes.

VII. RECOMENDACIONES

1. En investigaciones similares, considerar el color de la malla Raschel utilizado para la producción de *S. macrophylla* King., debido a que cada especie repercute su crecimiento por factores como la iluminación o la longitud de onda de la luz que es afectada por el color de tinglado utilizado.
2. Utilizar bolsas de tamaño 6" x 8" y una permanencia de 4,0 meses de edad después del repique, para la producción de plantones de *S. macrophylla* King en Tingo María.
3. Realizar investigaciones similares con especies latifoliadas aún no estudiadas, con la finalidad de fortalecer el conocimiento de los silvicultores, debido a que el tamaño de bolsas utilizadas en la producción de plantones y la edad durante el vivero son particularidades para cada especie, dependiendo si es heliófita, esciófita o umbrófita.
4. Realizar fertilización a los plantones para conocer la influencia en la calidad del plantón.

**INFLUENCE OF THE SIZE ED BAG AND THE AGE ED SEEDLING PLANTS
ED MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King.) ON THE QUALITY IN
NURSERY AND DEFINITE LOT, TINGO MARIA – HUANUCO**

VIII. ABSTRACT

In forest plantations with native species, there are limitations in the knowledge of the bag size and the right age that influences the quality of seedlings that will ensure the future plantation, because of this, it was carried out a study whose objective was to determine the effect of the age of seedlings of mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) and size of bag on the morphological quality in nursery and final ground response under conditions in Tingo María city. This activity was developed at the Center for Research and Production Tulumayo (CIPTALD) which politically belongs to the Leoncio Prado province, Huanuco region. Treatments were defined by the bag size (5" x 7", 6" x 8" and 6" x 12") and age of seedlings (2,0, 3,0, 4,0 and 5,0 months), which formed 12 combinations distributed under DCA (nursery) and DBCA (field); the morphological response and quality were evaluated. The 6" x 12" and 6" x 8" size bag influenced the diameter at the neck (DAC) for phase nursery; increased height and DAC, considered as quality of response. The age of seedlings influenced in different morphological and response attributes, reaching higher values to 4, 0 and 5, 0 months of age, finding no effects on root regeneration potential and mortality. Also it presented interaction between

morphological quality nursery stage (leaves) and quality of final field response (an increase in total height and DAC); while in the other variables did not achieve any relationship.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLFO, J. 2007. Diversidad genética en poblaciones de *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae) en Costa Rica y Bolivia. Tesis Mag. Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 88 p.
- AGUILAR CUMES, J.M., AGUILAR CUMES, M.A. 1992. Árboles de la reserva de biósfera Maya, Petén: guía para las especies del parque nacional Tikal. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas. 272 p.
- ARNOLD, F.E. 1996. Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies nativas de la zona templada del sur de Chile. Santiago, Chile, CONAF-DED. 123 p.
- BARWICK, M. 2004. Tropical and subtropical trees. London, UK, Thames and Hudson. 484 p.
- BAUTISTA-ZARCO, N., CETINA-ALCALÁ, V.M., CASTILLO, J.A., TARCICIO, C. 2005. Evaluación de la calidad de brinzales de *Pinus montezumae* Lamb., producidos en el Vivero San Luis Tlaxialtemalco. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México. 176 p.
- BIRCHLER, T., ROSE, R.W., ROYO, A., PARDOS, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto de calidad, parámetros definitorios e

implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. Vol. 7. Nº 1 y 2. Madrid, España, INIA, MAPA.

BURDETT, A.N. 1979. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. Canadian Journal of Forest Research. 9:63-67.

CALZADA, J. 1983. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. 3 ed. Lima, Perú. 643 p.

CARITAS HUACHO – AECI. 2000. Manual de viveros forestales. 3 ed. Huacho, Perú. s.p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 1996. La caoba, *Swietenia*. Revista Forestal Centroamericana. San José, Costa Rica. 14 p.

CERDÁN, C. 2007. La tala ilegal de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en la amazonía peruana y su comercialización al mercado exterior. Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSESP). Lima, Perú. p. 6-8.

CORDERO, J., BOSHIER, D. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica, OFI/CATIE. 1079 p.

CORTINA, J. VALLEJO, V. R. 2004. Restoration Ecology. In The Science of Ecology for a Sustainable World (Bodini, A. y Klotz, S., Eds.) in Encyclopaedia of Life Support Systems (EOLSS). Oxford, U.K. 34 p.

- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. Conabio. 53 p.
- DURYEA, M.L. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. En: M.L. Duryea, editor, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Oregon State University. 6 p.
- DURYEA, M.L., McCLAIN, K. M. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. En: Duryea, M. L. and G.N. Brown (eds.). *Seedling Physiology and Reforestation Manual Success I*. Proceedings of the physiology working group technical session. Oregon State University. Corvallis, Oregon. U. S.A. p. 77-114.
- ESCOBAR, R. 1990. Análisis de elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. *Bosque*. 11(1):3-9.
- ESCOBAR, R. 1999. Nutrición y fertilización en viveros forestales. *Agroanálisis Forestal*. (Primer semestre). p. 8-11.
- FERNÁNDEZ, L.E. 2013. Comportamiento silvicultural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en diferentes densidades en campo definitivo. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 69 p.
- FOLK, R.S., GROSSNICKLE, S.C. 1997. Determining field performance potential with the use of limiting environmental conditions. *New Forests*. 13:121-138.

- GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA. 2015. Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2 p.
- GALLOWAY, G. 1997. El fomento de plantaciones forestales en América Central. III Congreso Forestal Centroamericano. Costa Rica. 85 p.
- GONZALES, W.JR. 2011. Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* C. Martius) y pino chuncho (*Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género heliconia. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional agraria de la Selva. 98 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. 2010. Manual de viveros forestales. s.l.:s.n. 13 p.
- JAYAWICKRAMA, K.J.S., SCHLATTER, J.E., ESCOBAR, R. 1993. Eucalypt plantation forestry in Chile. *Australian Forestry*. 56(2):179-192.
- JOHNSON, A. 1969. Studies of the Fruit of *Swietenia macrophylla* King. *The Malayan forester*. 32(2):180-186.
- KRAUSE, R.W. 2005. Efecto de la dosis de fertilizantes solubles a base de N, P, K sobre el crecimiento en vivero de plantas de *Nothofagus obliqua*

(Mirb.) Oerst, producidas en contenedor tipo speedling. Tesis Ing. Forestal. Temuco, Chile. Universidad Católica de Temuco. 46 p.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Por Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.

LUGANO, L. 1998. Enfermedades en viveros forestales. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Río Negro, Argentina. 4 p.

MATTSSON, A. 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*. 13:227-252.

MCKAY, H.M. 1997. A review of the effect of stresses between lifting and planting on the nursery stock quality and performance. 399 p.

MEDINILLA SÁNCHEZ, OE. 1999. Estudio florístico de los bosques con dominancia de especies del género *Pinus* en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, USAC. 138 p.

MIRANDA, F. 1999. Fichas técnicas de especies forestales estratégicas N° 24. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP - PRONARE. Distrito Federal, MX. s/p.

- MONTOYA, J., CÁMARA, M. 1996. La planta y el vivero forestal. Madrid, España, Mundi Prensa. 127 p.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Departamento de Ingeniería Forestal; Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 21(2):189-206.
- NAVARRO, C. 1999. Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. 25 p.
- NAVARRO, R.M., PEMÁN, J. 1997. Apuntes de producción de planta forestal. Universidad de Córdoba. 267 p.
- NICOLÁS, J.L., VILLAR, P., PEÑUELAS, J.L. 2004. Efecto de la edad de la planta y el tipo de preparación del suelo en la supervivencia y el crecimiento de *Quercus faginea* Lam. Cultivado en contenedor. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17:205-209.
- OLIET, J.A., PLANELLES R., LÓPEZ M., ARTERO F. 1999. Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis*. España. 69 p.
- PACA, R., PACA, F., PALAO, F., CANAZA, D. BUSTINZA, H., VÁSQUEZ, G., CHAMBILLA, R., CHÁVEZ, M. 2003. Manual técnico: Repoblamiento de praderas del altiplano, con tola en el ámbito peruano del sistema T.D.P.S. Puno, Perú. 31 p.

- PARKER, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 62 p.
- PATIÑO, F., CENTENO, R., MARÍN, J. 2002. Conservation and use of mahogany in forests ecosystems in Mexico. Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. FAO, Roma, Italy. s/p.
- PENNINGTON, T. 1981. Flora Neotropica: Monograph Meliaceae N° 28. The New York Botanical Gardens. 472 p.
- PUÉRTOLAS, J., GIL, L., PARDOS, J.A. 2003. Effects of nutritional status and seedling size on field performance of *Pinus halepensis* planted on former arable land in the Mediterranean basin. 168 p.
- PUTTONEN, P. 1997. Looking for the "silver bullet" - Can one test do it all? New Forests 23. 27 p.
- QUIRÓZ, I., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, M., CHUNG, P., SOTO, H. 2009. Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR, Concepción, Chile. 128 p.

- REÁTEGUI, J. 2012. Caracterización morfológica del aguaje (*Muritia flexuosa* L.f.) a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelos inundados temporalmente del CIPTALD. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 78 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, R., FLORES, C. 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. ICRAF, International Center for Research in Agroforestry. Editorial Breña. Lima, Perú. 510 p.
- RITCHIE, G.A. 1985. Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. En: M.L. Duryea editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Oregon State University, Corvallis. p. 93-104.
- RIVAS, F., DÍAZ, E., CASTILLO, J., ORTEGA, L. 1999. Control de maleza en plantaciones de cedro y caoba. Centro De Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Mocochoá. Folleto Técnico N° 2. Mérida, México, Grupo Impresor Unicornio, S.A. de C.V. 70 p.
- RUANO, J.R. 2003. Viveros forestales. Madrid, España, Mundi-Prensa. 281 p.
- RUEDA, A., BENAVIDES, J.D., SAENZ, J.T., MUÑOZ, H.J., PRIETO, J.Á., OROZCO, G. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. Rev. Mex. Cien. For., 5(22):58-72.

- SÁENZ, J.T., MUÑOZ, H.J., VILLASEÑOR, F., PRIETO, J.A., RUEDA, A. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 50 p.
- SNOOK, L. 1993. Dinámica standart de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y especies asociadas tras el huracán de fuego y en los bosques tropicales de la península de Yucatán, México. D. F. México. 121 p.
- SERRADA, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales; Generalidades sobre viveros forestales. Madrid, España, FUCOVASA. 37 p.
- SALAZAR, R., RAMÍREZ, A. 1996. Efecto del tamaño de los frutos de *Swietenia macrophylla* en la cantidad de las semillas, la germinación y el crecimiento inicial de la plántulas. Revista Forestal Latinoamericana. 16(30):179-203.
- SCHMIDT, M. 2013. Crecimiento y relación del tallo – raíz en plantones de cinco especies forestales durante la fase de vivero en Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 62 p.
- SINCHI, R.M. 2015. Modelos para la estimación del área foliar en plantones de cedro (*Cedrela odorata* L.) y caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Tingo María, Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 64 p.

- SMURFIT KAPPA. 2008. La Calidad de la Planta Forestal. Un concepto en Cartón de Colombia. III Seminario de Reforestación. Bogotá. Colombia. 43 p.
- SNOOK, LK., LÓPEZ, C. 2003. La regeneración de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.): frutos de siete años de investigación colaborativa. Chetumal, Quintana Roo, México Centro Internacional para la Investigación Forestal. 8 p.
- SOUTH, D.B. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth, Report N° 1. Alabama Agricultural Experiment Station (Auburn University), Auburn (Alabama).
- SUÁREZ, M.A., VÁZQUEZ, F., BASELGA, P., TORRES, S., CUEVAS, S. 1997. Efectos de distintos tratamientos en vivero en el arraigo y primer desarrollo en campo de plantas de *Quercus suber* L. y *Quercus rotundifolia* Lam. Efecto del protector. Actas del II Congreso Forestal Español. 632 p.
- TORAL, M. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico N° 1. Programa de desarrollo forestal integral de Jalisco. SEDER- Fundación Chile. Consejo Agropecuario de Jalisco, México.
- VARGAS, D. 2010. Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de altura de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en fase

de vivero. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 49 p.

VÁSQUEZ, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 304 p.

VÁZQUEZ, C. 1997. La Ciencia para todos; ¿Cómo viven las plantas?. 2 ed. México, Fondo de Cultura Económica, S. A. DE C. V. 60 p. [En línea]: Ilce, (<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/48/html/viven.html>, libros, 15 Mar. 2015).

VERDE, M. 2014. Efecto del sustrato y tamaño de semilla sobre la germinación y crecimiento inicial de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 88 p.

VILLAR, P., PLANELLES, R., ENRÍQUEZ, E., PEÑUELAS, J., ZAZO, J. 2001. Influencia de la fertilización y el sombreo en el vivero sobre la calidad de la planta de *Quercus ilex* L. y su desarrollo en campo. Actas III Congreso Forestal Español. 776 p.

VILLAR-SALVADOR, P. 2003. Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. Universidad de Alcalá. Asociación Española de Ecología Terrestre. Alcalá de Henares, España. 86 p.

- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. USDA, CATIE, IUFRO. Washington, DC., Estados Unidos. 563 p.
- WILL, G. 1985. Nutrient deficiencies and fertilizer use in New Zealand exotic forest. FRI Bulletin Nº 97. 53 p.

ANEXOS

Anexo A. Panel fotográfico registrado durante la investigación



Figura 5. Almacigado de semillas de *S. macrophylla* King.



Figura 6. Repique de plántulas de *S. macrophylla* King.



Figura 7. Evaluación de la altura total en plantones de *S. macrophylla* King.

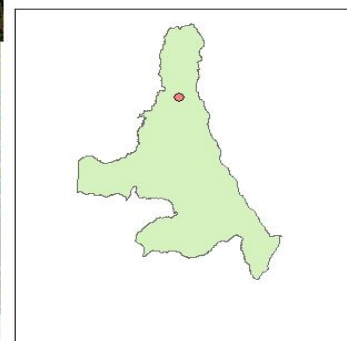
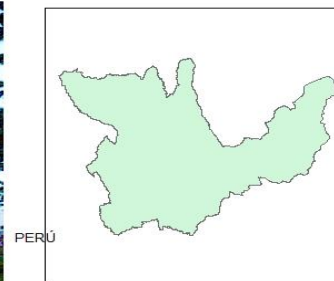
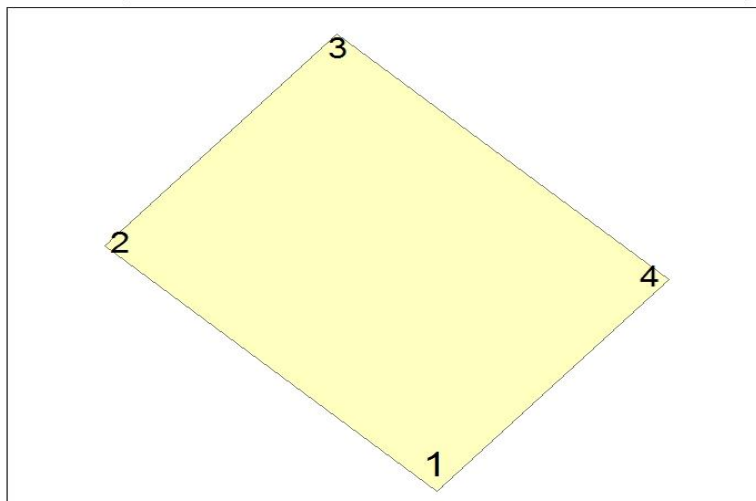


Figura 8. Establecimiento de la plantación.


Anexo C. Mapas y/o planos



COORDENADAS UTM		
VÉRTICES	ESTE	NORTE
1	385143	8990591
2	385120	8990614
3	385140	8990633
4	385165	8990612



DESCRIPCIÓN GENERAL	
ÁREA	2592 m ²
NÚMERO DE PLANTAS	240

	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
	FAC. DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
	INGENIERÍA FORESTAL	
TESIS: "INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE BOLSA Y LA EDAD DE LOS PLANTONES DE CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> King.) SOBRE LA CALIDAD EN VIVERO Y TERRENO DEFINITIVO, TINGO MARÍA - HUÁNUCO"		
MAPA DE UBICACIÓN		
UBICACIÓN	: TULUMAYO	Tingo María, 2016
DISTRITO	: JOSE CRESPO Y CASTILLO	ESCALA 1:1250
PROVINCIA	: LEONCIO PRADO	
DEPARTAMENTO	: HUÁNUCO	
Datos Geodésicos		
PROYECCION	: UTM	ALUMNO: CALDAS DE LA CRUZ, BRAYAN ANDRÉ
SISTEMA DE COOR.	: GEOGRAFICAS	
ZONA	: 18S	
DATUM	: WGS 84	
UNIDADES	: METROS	



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: CALDAS DE LA CRUZ BRAYAN A.

PROCEDENCIA: TULUMAYO - JOSE CRESPO CASTILLO - LEONCIO PRADO - HUANUCO

N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. Al					
				Arena	Arcilla	Limo	Textura							1:1	%	%	ppm	ppm	Ca					Mg	K	Na	Al	H
				%	%	%																						
1	M4070	M1	T1	53.68	13.06	33.26	Franco Arenoso	6.66	4.48	0.20	39.80	404.82	18.66	13.35	4.28	0.96	0.07	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
2	M4071	M2	T2	57.68	11.08	31.24	Franco Arenoso	6.82	2.99	0.13	40.49	220.90	18.87	13.73	4.43	0.66	0.04	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
3	M4072	M3	T3	57.68	11.06	31.26	Franco Arenoso	6.32	3.58	0.16	49.55	344.35	29.48	22.24	6.32	0.88	0.05	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
4	M4073	M4	T4	55.68	11.1	33.22	Franco Arenoso	7.06	4.48	0.20	48.48	350.35	24.96	18.41	5.25	1.19	0.11	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
5	M4074	M5	T5	57.68	11.12	31.2	Franco Arenoso	7.03	5.37	0.24	34.64	394.33	20.11	14.23	4.38	1.42	0.08	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
6	M4075	M6	T6	57.68	11.11	31.21	Franco Arenoso	6.89	5.07	0.23	9.20	228.40	18.21	13.30	4.23	0.61	0.07	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
7	M4076	M7	T7	57.68	13.06	29.26	Franco Arenoso	6.15	3.43	0.15	10.66	210.41	19.04	13.81	4.58	0.58	0.06	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
8	M4077	M8	T8	55.68	13.08	31.24	Franco Arenoso	5.54	3.73	0.17	7.44	163.43	17.49	13.21	3.92	0.31	0.05	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
9	M4078	M9	T9	59.68	13.04	27.28	Franco Arenoso	6.32	4.48	0.20	7.25	206.91	14.58	10.21	3.73	0.56	0.08	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
10	M4079	M10	T10	59.68	11.14	29.18	Franco Arenoso	5.55	4.18	0.19	12.22	113.95	11.92	8.70	2.92	0.21	0.09	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
11	M4080	M11	T11	61.68	11.16	27.16	Franco Arenoso	5.57	5.22	0.24	3.93	210.41	20.36	15.03	4.83	0.45	0.05	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
12	M4081	M12	T12	59.68	11.18	29.14	Franco Arenoso	5.82	5.97	0.27	3.45	198.91	14.82	10.66	3.65	0.47	0.04	--	--	---	100.00	0.00	0.00					
13	M4082	M13	CAMPO	25.68	19.04	55.28	Franco Limoso	7.51	2.69	0.12	12.41	124.95	22.84	20.58	1.92	0.26	0.08	--	--	---	100.00	0.00	0.00					

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 440865

FECHA : 28/12/2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS
M.Sc. Miguel Huayra Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Cabinete de Meteorología y Climatología



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Tingo María, 01 de Julio del 2016

DATOS METEOROLÓGICO

ESTACION: TULUMAYO

MESES : MAYO - DICIEMBRE

AÑO : 2015

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 09°07'22" Sur Longitud: 76°02'30.5" Oeste Altitud: 613 m.s.n.m

MESES	TEMPERATURA (C°)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
MAYO	30.7	21.5	26.1	81	340.8
JUNIO	36.3	16.7	26.5	76	54.5
JULIO	33.4	17.9	25.7	84	132.7
AGOSTO	33.1	18.1	25.6	75	50.4
SEPTIEMBRE	34.9	16.5	25.7	79	90.5
OCTUBRE	33.6	20	26.8	81	141.2
NOVIEMBRE	31.3	21.6	26.5	83	214.1
DICIEMBRE	34.6	19.7	27.2	85	430.9



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

CABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. MSc. Lucio Márquez De Lara Suárez
JEFE