

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTA Y
AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“Evaluación de tres fuentes de fertilización en la producción
de plántones de *Eucalyptus saligna* Smith, en la etapa de
vivero, Jaén – Cajamarca”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. Franklin Junior Guerrero Irene

ASESORES:

Ing. M Sc. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga

Ing. Henry Oliva Contreras

JAÉN - PERÚ, DICIEMBRE, 2022

NOMBRE DEL TRABAJO

IFT_Guerrero Irene_IFA.pdf

AUTOR

Guerrero Irene

RECUENTO DE PALABRAS

6215 Words

RECUENTO DE CARACTERES

32292 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

34 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

647.4KB

FECHA DE ENTREGA

Mar 17, 2023 3:52 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 17, 2023 3:53 PM GMT-5**● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 20 de diciembre del año 2022, siendo las 11:15 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Alexander Huaman Mera
Secretario : Ph.D Wilfredo Ruiz Camacho
Vocal : Dr. Polito Michael Huayama Sopla

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"EVALUACION DE TRES FUENTES DE FERTILIZACION EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE *Eucalyptus Saligna* SMITH, EN LA ETAPA DE VIVERO, JAEN-CAJAMARCA"**, presentado por el bachiller **Franklin Junior Guerrero Irene**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19,20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 12:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dr. Alexander Huaman Mera
Presidente



Ph.D Wilfredo Ruiz Camacho
Secretario



Dr. Polito Michael Huayama Sopla
Vocal

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivos generales	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Materiales, material vegetativo, sustrato y servicios.....	13
3.1.1 Materiales.....	13
3.1.2 Material vegetativo	13
3.1.3 Sustrato	13
3.1.4 Servicios.....	13
3.2 Ubicación del área de estudio.....	14
3.3 Población	14
3.4 Muestreo	14
3.5 Muestra	14
3.6 Procedimientos utilizados.....	14
3.6.1 Construcción del germinador.....	14
3.6.2 Producción de plántulas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith	14
3.6.3 Almacigo.....	14
3.6.4 Sustrato	15
3.6.5 Llenado de bolsa	15
3.6.6 Manejo del germinador	15
3.6.7 Siembra de las plántulas a bolsas con sustrato.....	15

3.6.8	Manejo de vivero	16
3.6.9	Aplicación de la dosis de abonamiento.....	16
3.7	Procedimientos para la recolección de datos.....	17
3.7.1	Altura de tallo	17
3.7.2	Número de hojas	18
3.7.3	Longitud de raíces.....	18
3.7.4	Metodología para seleccionar el cálculo de la biomasa seca.....	18
3.7.5	Análisis de sobrevivencia al repique.....	18
3.7.6	Análisis de datos	18
IV.	RESULTADOS	19
4.1	Identificación del mejor tratamiento de fertilización para la producción de plantones de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en función a la biomasa.....	19
4.1.1	Resultados.....	19
4.1.2	Análisis de varianza.....	24
4.1.3	Pruebas de tukey.....	29
V.	DISCUSIÓN.....	34
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
6.1	Conclusiones.....	36
6.2	Recomendaciones.....	37
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
	ANEXOS	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sustrato para el llenado de bolsas</i>	15
Tabla 2. <i>Programación de riego por día</i>	16
Tabla 3. <i>Tratamiento del diseño en bloques completamente al azar</i>	17
Tabla 4. <i>Recolección de datos</i>	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Altura de planta obtenida por efecto de los tratamientos</i>	19
Figura 2. <i>Número de hojas por planta obtenido por efecto de los tratamientos</i>	20
Figura 3. <i>Longitud de raíz principal por planta obtenida por efecto de los tratamientos</i>	21
Figura 4. <i>Biomasa seca obtenida por efecto de los tratamientos</i>	22
Figura 5. <i>Sobrevivencia de las plantas obtenida por efecto de los tratamientos</i>	23
Figura 6. <i>Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la altura de tallo</i>	24
Figura 7. <i>Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación del número de hojas</i>	25
Figura 8. <i>Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la longitud de raíz principal</i>	26
Figura 9. <i>Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la biomasa seca</i>	27
Figura 10. <i>Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación del porcentaje de sobrevivencia</i>	28
Figura 11. <i>Comparación de la altura de tallo con tukey</i>	29
Figura 12. <i>Comparación del número de hojas con tukey</i>	30
Figura 13. <i>Comparación de la longitud de la raíz principal con tukey</i>	31
Figura 14. <i>Comparación de la biomasa seca con tukey</i>	32
Figura 15. <i>Comparación de la Sobrevivencia con tukey</i>	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del área de estudio	45
Anexo 2. Cuadro de mediciones	46
Anexo 3. Cuadro de mediciones de raíz	48
Anexo 4. Cuadro de medición del número de hojas	48
Anexo 5. Cuadro de mediciones de raíz	49
Anexo 6. Cuadro del Peso de la Biomasa.....	49
Anexo 7. Cuadro de Supervivencia después del repique.....	50
Anexo 8. Cuadro de porcentaje de supervivencia.	50
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable supervivencia	51
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable altura de tallo.....	51
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable número de hojas	51
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz	52
Anexo 13. Análisis de varianza para la variable biomasa seca	52
Anexo 14. Cuadro de prueba de tukey de porcentaje de supervivencia.	52
Anexo 15. Cuadro prueba de tukey de la variable de altura de tallo.	53
Anexo 16. Cuadro prueba de tukey de las variables del número de hojas.	53
Anexo 17. Cuadro prueba de tukey de las variables de la longitud de raíz.....	54
Anexo 18. Cuadro prueba de tukey de la variable biomasa seca.....	54
Anexo 19. Nivelación de la cama de germinación	55
Anexo 20. Semilla de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith.....	56
Anexo 21. Siembra de la semilla de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith en la cama de almacigo.....	57
Anexo 22. Se protege con plástico para mantener la humedad después de haber sido sembrado el <i>Eucalyptus saligna</i> Smith.....	58
Anexo 23. Germinación después de 10 haber sido puesta en el germinador	59
Anexo 24. Después de 30 días de haber sido puesto en el germinador	59
Anexo 25. Preparación del sustrato	60
Anexo 26. Llenado de bolsas.....	61
Anexo 27. Antes de hacer el repique se humedece	62
Anexo 28. Selección de plántulas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith para el repique	63
Anexo 29. Repicado de plántulas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith	64

Anexo 30. Plántulas de <i>Eucalyptus saligna</i> Smith ya repicadas	65
Anexo 31. Aplicación del riego	66
Anexo 32. Peso de los fertilizantes.....	67
Anexo 33. Pesado del fertilizante para cada planta	68
Anexo 34. Fertilización del <i>Eucalyptus saligna</i> Smith	69
Anexo 35. Medición de altura del <i>Eucalyptus saligna</i> Smith	70
Anexo 36. Evaluación final de la altura del <i>Eucalyptus saligna</i> Smith.....	71
Anexo 37. Plantones seleccionados para determinar la Biomasa.....	72
Anexo 38. Medición de la raíz.....	73
Anexo 39. Pesado de la muestra vegetativa.....	74
Anexo 40. Secado de las muestras vegetativas para la obtención de la biomasa seca	75
Anexo 41. Pesado de la biomasa seca	76
Anexo 42. Visita del asesor	77

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el vivero del área de producción de la Cooperativa Sol&Café, sector San Agustín, distrito de Bellavista, provincia de Jaén. Se evaluó el crecimiento y desarrollo del *Eucalyptus saligna* Smith, con el fin de determinar la influencia de tres fuentes de fertilización (Biosol, Sulfato de Potasio y Fosfato Diatómico), para ello se emplearon 720 plántulas, distribuidas en un el diseño en bloques completamente al azar (DBCA) y se evaluó el efecto tratamientos: Testigo (T1), Biosol (T2), Sulfato de potasio (T3) y Fosfato diamónico (T4) estos fueron replicados 3 veces, obteniéndose un total de 12 unidades experimentales (UE) de 60 bolsas por tratamiento. Se utilizó la proporción del sustrato: Tierra agrícola, compost y arena (6:3:1), a los cuales se les agrego fertilizantes: T1(0 gr), T2(4gr) T3(6gr) T4(8gr). La aplicación de las tres fuentes de fertilizantes tuvo un efecto positivo en altura de planta, número de hojas y biomasa seca de plantas de *Eucalyptus saligna* Smith a partir del repique hasta los 75 días. Los mejores resultados obtenidos, en función a la longitud de tallo lo obtuvo el "T4" con valor promedio 30.4 cm, biomasa seca lo obtuvo el "T4" con valor promedio de 24.72 gr, numero de hojas lo obtuvo el "T4" con un valor promedio de 30 hojas y el mejor resultado a la sobrevivencia al repique lo obtuvo el "T2" con valor promedio 98.33%. Se observó que utilizando fertilizantes se logró obtener mejores resultados en menor tiempo posible en comparación con el testigo.

Palabras clave: *Eucalyptus saligna* Smith; Desarrollo vegetativo; Fertilizante; Calidad de planta.

ABSTRACT

The study was carried out in the nursery of the production area of the Sol&Cafe Cooperative, San Agustin sector, Bellavista district, Jaen province. The growth and development of *Eucalyptus saligna* Smith was evaluated, in order to determine the influence of three fertilization sources (Biosol, Potassium Sulfate and Diammonium Phosphate), for which 720 seedlings were used, distributed in a block design completely al (DBCA) and the treatment effect was evaluated: control (T1), Biosol (T2), Potassium Sulfate (T3) and Diammonium Phosphate (T4) these were replicated 3 times, obtaining a total of 12 experimental units (EU) of 60 bags per treatment. The proportion of the substrate was used: Agricultural land, compost and sand (6:3:1), to which fertilizers were added: T1(0 gr), T2(4gr) T3(6gr) T4(8gr). The application of the three sources of fertilizers had a positive effect on plant height, number of leaves and dry biomass of *Eucalyptus saligna* Smith plants from the peal up to 75 days. The best results obtained, depending on the length of the stem, it was obtained by "T4" with an average value of 30.4 cm, dry biomass was obtained by "T4" with an average value of 24.72 gr, number of leaves was obtained by "T4" with a value average of 30 leaves and the best result for survival to the peal was obtained by "T2" with an average value of 98.33%. It was observed that using fertilizers it was possible to obtain better results in the shortest possible time compared to the control.

Keywords: *Eucalyptus saligna* Smith; Vegetative development; Fertilizer; Plant quality.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las plantaciones forestales, el género *Eucalyptus* ha sido y es uno de los recursos forestales más utilizado industrialmente en el mundo entero (Boland et al., 1984), además de ser especie maderera tiene otros usos como textil, energético, en la apicultura, e industrial y es considerado como el principal productor de celulosa. Esto les confiere a estas explotaciones un mayor aprovechamiento, sostenibilidad y rentabilidad (Kellison, 1999).

La característica principal de esta planta es que demuestra mejores resultados en el crecimiento en suelos con cierta presencia de arcilla, aunque sueltos y un pH ligeramente ácido (Tejedor et al., 2010). Las nuevas prácticas en plantaciones forestales recomiendan la fertilización desde vivero, para cubrir la demanda inicial del trasplante hasta los primeros meses de establecimiento (Bautista, 2018). De este modo se consigue una reducción de plantas muertas y un crecimiento homogéneo del conjunto de la plantación que evite dominancias. Para la instalación de las especies forestales en campo definitivo se debe tener en cuenta la calidad de plántulas producidas en vivero, determinado por el tipo de raíz (ramificación de raíces primarias y secundarias), calidad de hojas, altura de las plántulas, área foliar, estado fitosanitario, vigor, número de hojas, cantidad y calidad de ramificación entre otras cosas; todo ello, ligado al sistema de producción, materiales y sustratos utilizados (Guariguata et al., 2017)

Para garantizar el éxito de una plantación dentro de un programa de reforestación o forestación depende, en primer lugar, de la calidad de las semillas, luego, el manejo adecuado de las plántulas en la etapa de vivero (Bernal, 2007).

Para analizar esta problemática es necesario conocer algunas de sus causas; siendo una de ellas el manejo inadecuado de los sustratos (Gartland et al., 2002). Sin embargo, existe muy poca información relacionada a la fertilización óptima para la producción de *Eucalyptus saligna* Smith (Dickinson, 1969). El sustrato viene a ser la base, materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, principalmente plantas, en el cual transcurre su vida; el sustrato satisface determinadas necesidades básicas de las plantas como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua, entre otros (Ivanova et al., 2017).

La investigación se realizó por el interés, para determinar cuáles son los mejores fertilizantes que pueden favorecer el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Eucalyptus saligna* Smith a nivel de vivero. De esta manera se ayuda a los productores a obtener de plantones sanos y vigorosos para que estén en su máxima capacidad de ser instalados en campo definitivo en el menor tiempo posible, ahorrando los costos de manejo (Mato, 2020). Por otra parte, la investigación fue el interés académico, por el aporte de conocimiento sobre las propiedades físicas del sustrato, ya que las necesidades nutricionales del *Eucalyptus* varían mucho durante su fase de crecimiento. Se han realizado muchas investigaciones en torno a esto y se han encontrado muchas diferencias que dependen de las condiciones del suelo, la especie forestal y el lugar de establecimiento de la especie (Ortega et al., 2006).

Es en el sentido que para obtener plántulas con buen desarrollo se propone la presente investigación para determinar el efecto de tres fuentes de fertilización (Biosol, Sulfato de Potasio y Fosfato Diamónico) sobre el desarrollo del *Eucalyptus saligna* Smith, a nivel de vivero. Esto ayudará a obtener plantones en menor tiempo en comparación a los sistemas tradicionales y que se puede producir plantones de muy buena calidad, para su posterior comercialización e instalación en campo definitivo, y así garantizar la inversión al productor.

La investigación fue aplicada y comparativa, donde se aplicaron tratamientos al azar en todas las unidades experimentales y con diferentes dosis, y se comparó las muestras para descubrir la diferencia de longitud de tallo, longitud de raíz principal, número de hojas y biomasa total seca de raíces y la parte aérea.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

- Evaluar el efecto de la aplicación de tres fuentes de fertilización (Biosol, Sulfato de Potasio y Fosfato Diamónico) en la producción de plantones de *Eucalyptus saligna* Smith, en la etapa de vivero en el área de producción de la Cooperativa Sol&Café, sector San Agustín, distrito de Bellavista, provincia de Jaén.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar el mejor tratamiento en función a la longitud de tallo en plantones de *Eucalyptus saligna* Smith.
- Identificar el mejor tratamiento en la producción de *Eucalyptus saligna* Smith en función de la biomasa.
- Determinar el porcentaje de sobrevivencia de *Eucalyptus saligna* Smith en las bolsas de polietileno después de haber realizado el repique de las plántulas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales, material vegetativo, sustrato y servicios

3.1.1 Materiales

- Malla raschel 70 % luminosidad
- Machete
- Palana
- Libreta de campo
- Bolsa para plantón de 6'' x 12''
- Mochila fumigadora
- Regla

3.1.2 Material vegetativo

- Semilla de *Eucalyptus saligna* Smith.

3.1.3 Sustrato

- Arena de rio fina
- Tierra agrícola
- Biosol
- Compost
- Fertilizantes Sulfato de Potasio
- Fertilizantes Fosfato Diamónico

3.1.4 Servicios

- Horno de secado
- Balanza electrónica

3.2 Ubicación del área de estudio

La investigación se desarrolló en el área de producción de abonos orgánicos y vivero de la Cooperativa de Servicios Múltiples Sol&Café Ltda., ubicado en las coordenadas proyectadas UTM: 746395.6 E 9380593 N17S, ubicado en el caserío San Agustín, Centro Poblado Shumba Alto - Distrito de Bellavista a 25 minutos de la ciudad de Jaén. A una altitud de 729 msnm. La temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El mes más cálido del año es enero, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y el mes más frío del año es julio con una temperatura mínima promedio de 19 °C.

3.3 Población

La población estaba conformada por 720 plántones de *Eucalyptus saligna* Smith.

3.4 Muestreo

Se utilizó un muestreo no probabilístico ya que la población cuenta con características comunes y su población es pequeña (Arias, 2020).

3.5 Muestra

La población está conformada por 12 unidades experimentales (UE). En cada unidad experimental se usó 60 plántones. Se consideró el efecto borde en donde seleccionaron 10 plántones por cada unidad experimental, la muestra fue conformada por 120 plántones de *Eucalyptus saligna* Smith.

3.6 Procedimientos utilizados

3.6.1 Construcción del germinador

El germinador tenía un área de 1 m de largo por 1 m de ancho y con una profundidad de 20 cm., cubierta con arena fina de río debidamente tamizada. Fue fumigada 24 horas antes del almácigo con una solución de cloro (5 %) de 20 ml diluido en 1L de agua. Se fumigó a razón de 2,5 L por metro cuadrado.

3.6.2 Producción de plántones de *Eucalyptus saligna* Smith

Las semillas certificadas fueron compradas de la empresa Agro Café Jaén SRL.

3.6.3 Almácigo

Las semillas de *Eucalyptus saligna* Smith fueron remojadas en agua por un lapso de 24 horas, las semillas que flotaban fueron descartadas.

3.6.4 Sustrato

Para la preparación del sustrato, primero se tamizo la tierra agrícola empleado una malla metálica de 2 mm. de diámetro, esto permitió obtener tierra fina libre de piedras. Luego se procedió al mezclado con las proporciones según el protocolo que maneja la Cooperativa para la producción de plántones, que es de 6:3:1. Esto significa que se mezcló 6 volúmenes de tierra agrícola + 3 volúmenes de abono orgánico (compost) + 1 volumen de arena gruesa. Un volumen puede ser un saco, un balde u otro material como indican (Fischersworing y Robkamp, 2001).

3.6.5 Llenado de bolsa

Se emplearon bolsas de polietileno negro de 6 x 12 pulgadas.

3.6.6 Manejo del germinador

Para la obtención de plántulas de buena calidad para el repique, se realizaron riegos oportunos al germinador. Asimismo, se realizaron deshierbas manuales con el fin de brindar mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas.

3.6.7 Siembra de las plántulas a bolsas con sustrato

A los 30 días de haber puesto a germinar el *Eucalyptus saligna* Smith se realizó el repique, se seleccionaron las plántulas con tallo recto y raíces bien formadas, las plántulas que presentaron tallos torcidos, raíz mal formada y con síntomas de estar enfermas fueron desechadas. Las plántulas que se seleccionaron para el repique tenían una altura del tallo promedio de 4 cm., estas fueron repicadas con ayuda de una estaca delgada se hizo un hoyo en la bolsa a una profundidad de 6 cm, en donde se colocó a la plántula para su respectiva siembra, evitando torcer la raíz. Las bolsas para el cultivo fueron de una capacidad de 0.710 kg. cada una.

Tabla 1

Sustrato para el llenado de bolsas

Sustrato	Porcentaje %	Peso Bolsa	Total, de Plántones	Total, Kg
Tierra agrícola	60%			306.6
Compost	30%	0.710 Kg	720	153.3
Arena	10%			51.1
Total de Sustrato				511 Kg

3.6.8 Manejo de vivero

➤ Control de malezas

El control de malezas se realizó mediante el método manual, se eliminó las malezas dentro de la bolsa, para evitar la competencia por luz, espacio y nutrientes. Este tipo de control se realizó en forma periódica, según fuera necesario.

➤ Riego

En la fase de germinación se regó inter diariamente debido a que el agua drenaba muy rápido en la arena.

Después del repique se realizó el riego en forma periódica, evitando el exceso de humedad en el vivero.

Tabla 2

Programación de riego por día

Fase	N° de Riegos / Día
Almacigado	1 vez por día
Crecimiento	2 veces por día

Esta programación varía según las precipitaciones que se presentaron algunos días.

3.6.9 Aplicación de la dosis de abonamiento

Para las dosis de abonamiento se distribuyó en tres hoyos en torno a la planta (formando un triángulo), a una distancia de 3-4 cm del tallo y a una profundidad de 10-12 cm. El abonamiento fue realizado después de 15 días de haber hecho el repique.

Tabla 3*Tratamiento del diseño en bloques completamente al azar*

Bloques	Tratamientos	Fuente de Fertilización
Bloque 1	Testigo	0 gr/ planta
	Biosol	4 gr / Planta
	Sulfato de Potasio	6 gr / Planta
	Fosfato Diamónico	8 gr / Planta
Bloque 2	Testigo	0 gr/ planta
	Biosol	4 gr / Planta
	Sulfato de Potasio	6 gr / Planta
	Fosfato Diamónico	8 gr / Planta
Bloque 3	Testigo	0 gr/ planta
	Biosol	4 gr / Planta
	Sulfato de Potasio	6 gr / Planta
	Fosfato Diamónico	8 gr / Planta

3.7 Procedimientos para la recolección de datos

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días por un período de 2 meses, las variables a evaluar fueron: altura de tallo (se midió desde el cuello de la planta hasta la yema apical), número de hojas, longitud de raíz principal y biomasa total seca de raíces y la parte aérea

Tabla 4*Recolección de datos*

Proceso	Inicio	Final	Duración o periodo
Almacigado	15/03/2022	15/04/2022	30 días
Repique	15/04/2022	15/04/2022	1 día
Fertilización	30/04/2022	30/04/2022	1 día
Evaluación	30/04/2022	30/06/2022	60 días

3.7.1 Altura de tallo

La evaluación se realizó después de haberse realizado el repique. La primera evaluación se efectuó después de haberse realizado la fertilización 1, 15, 30, 45, 60 días después de instalado los plantones en sus respectivas bolsas de sustrato. Para la altura del tallo, se empleó una regla graduada en centímetros (cm), y se midió desde el cuello de la planta hasta la yema apical.

3.7.2 Número de hojas

Las evaluaciones de esta característica se realizaron después de la fertilización a los 1, 15, 30, 45, 60 días contando el número de hojas formadas en cada planta.

3.7.3 Longitud de raíces

Se evaluó al final del experimento (75 días después del repique), utilizando una regla graduada, y midiendo desde la inserción con el esqueje hasta la parte terminal de las raíces.

3.7.4 Metodología para seleccionar el cálculo de la biomasa seca

Para el cálculo de la biomasa seca o peso seco, se utilizó una estufa a 70 °C durante 48 horas, luego se usó una balanza digital con precisión de 0.1 gramos para calcular el peso seco en gramos por planta, según el protocolo (Castro, 2015).

3.7.5 Análisis de sobrevivencia al repique

El conteo de la sobrevivencia de las plántulas se realizó sola una vez terminando el experimento, con la finalidad de evaluar el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas con los diferentes tratamientos.

La fórmula empleada para el cálculo de la sobrevivencia es:

Ecuación 1.

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{N^{\circ} \text{ de plántulas sobrevivientes}}{N^{\circ} \text{ de plántulas repicadas}} \times 100$$

3.7.6 Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza para cada variable de respuesta y la prueba de comparación de medias de Tukey, a fin de encontrar el mejor tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1 Identificación del mejor tratamiento de fertilización para la producción de plántones de *Eucalyptus saligna* Smith en función a la biomasa

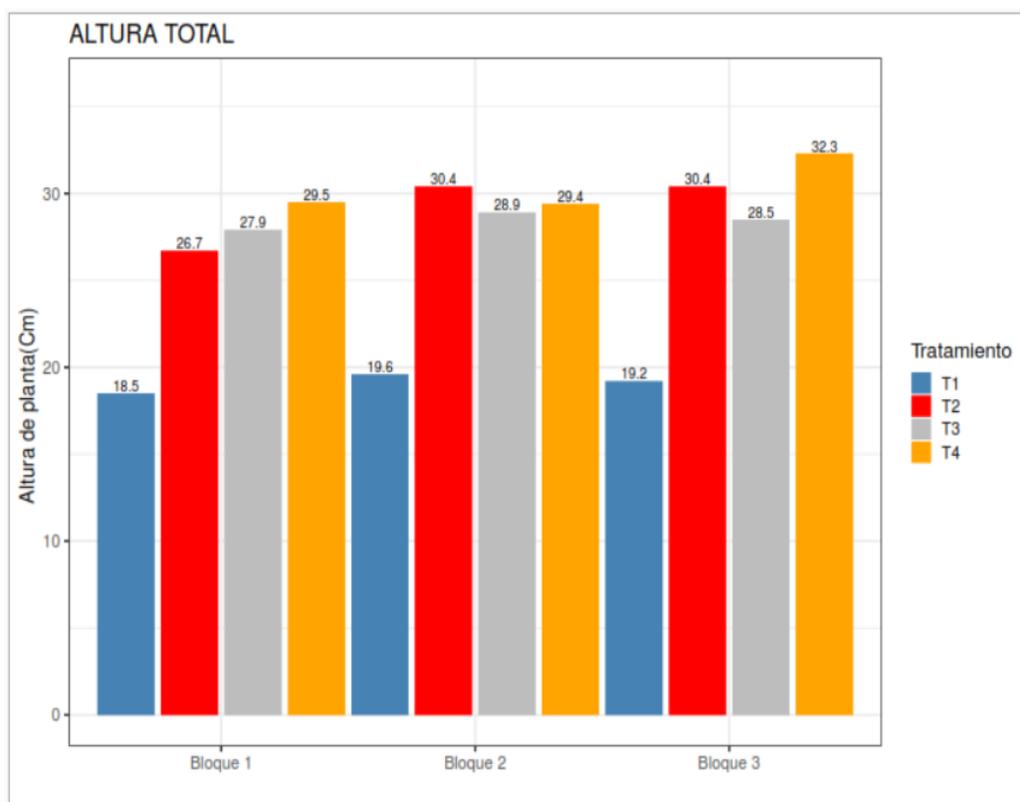
4.1.1 Resultados

Para llegar al resultado del mejor tratamiento se tuvo que identificar cinco indicadores los cuales fueron:

A. Evaluación de la altura de tallo

Figura 1

Altura de planta obtenida por efecto de los tratamientos

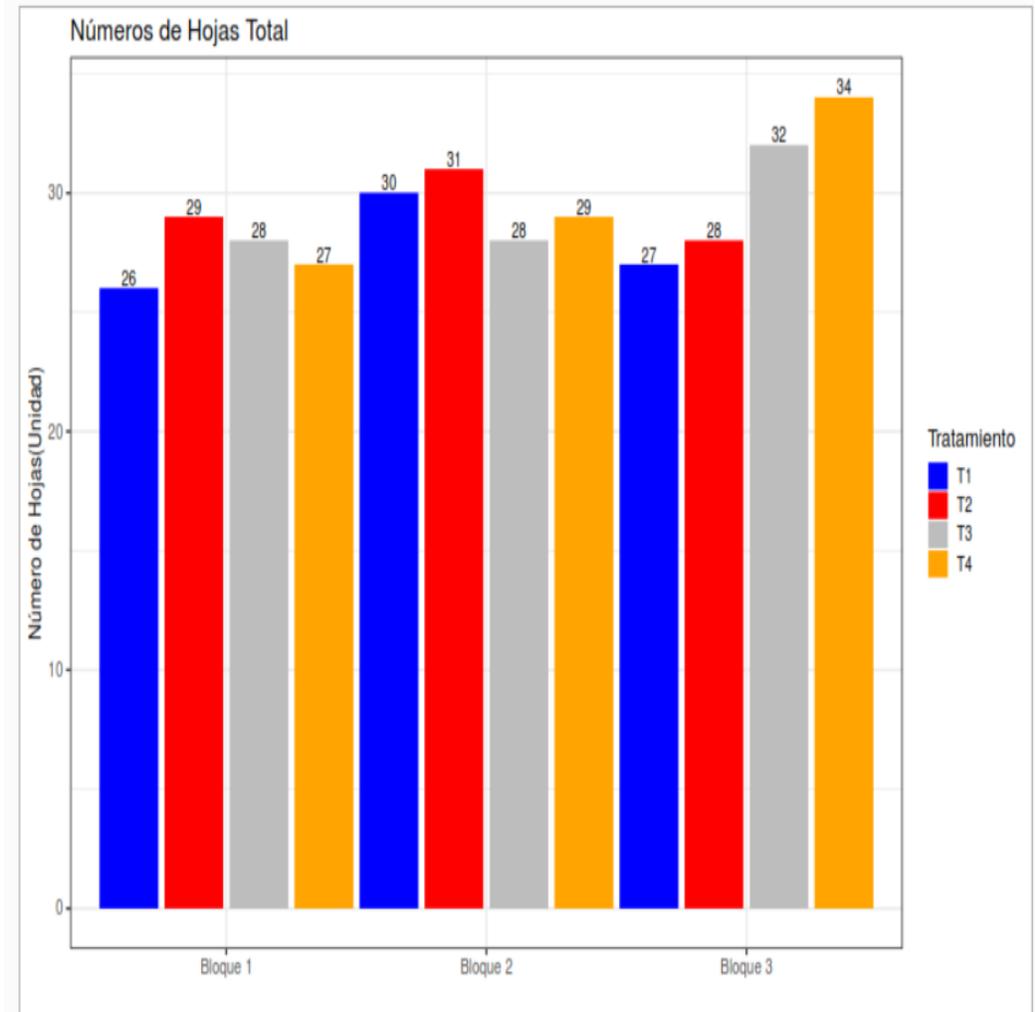


Nota. Los resultados muestran que existe diferencia estadística entre algunos tratamientos, se observa que el Tratamiento 4 presenta un mayor crecimiento de altitud a diferencia del Tratamiento 1 que presenta un crecimiento de altitud regular promedio (Figura 1). Hay que destacar que el Tratamiento 4 fue el mejor tratamiento desde el inicio hasta su evaluación final.

B. Evaluación del número de hojas

Figura 2

Número de hojas por planta obtenido por efecto de los tratamientos

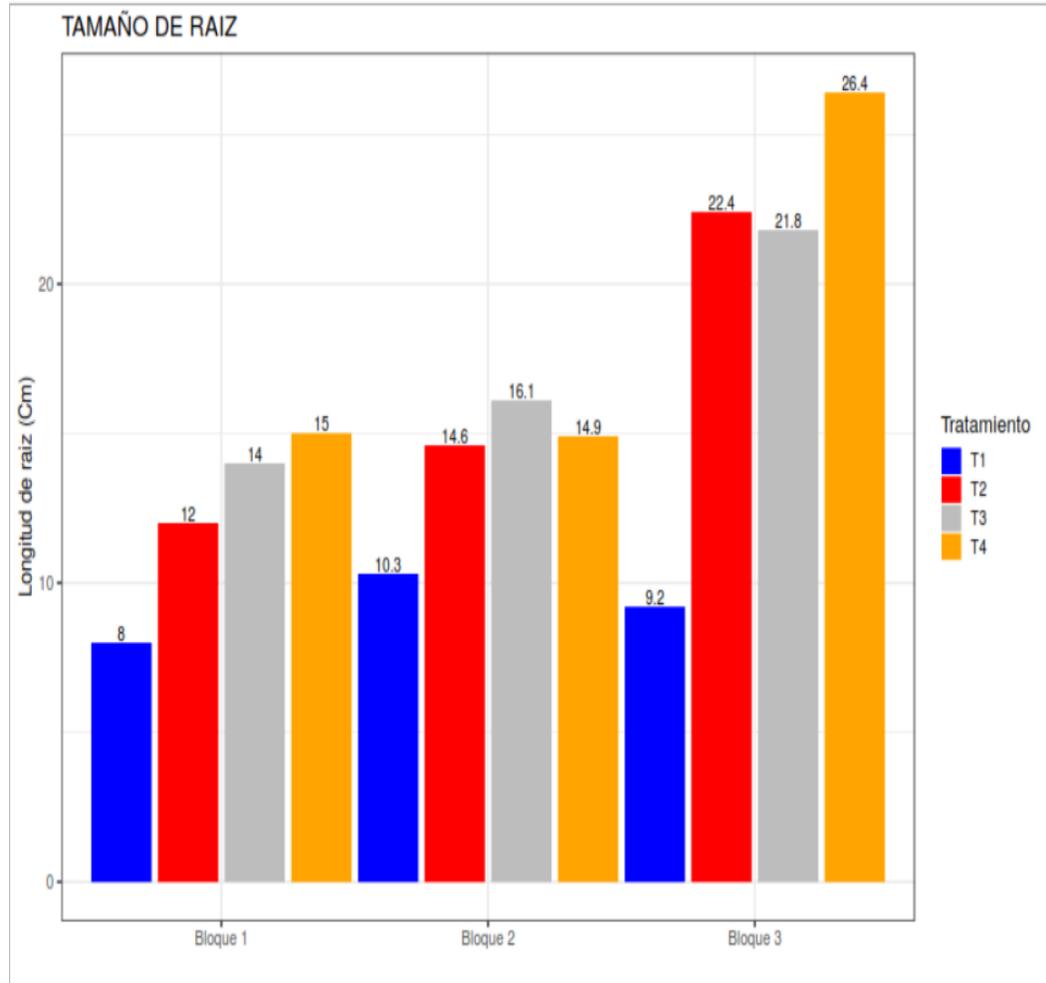


Nota. Se muestran que existe diferencia estadística entre el Tratamiento 4 y el Tratamiento 1 que presenta menor número de hojas como se puede observar en la (Figura 2). El análisis de varianza para esta característica presentó significancia estadística para la fuente de variación tratamiento. Estos datos indican que las plantas de *Eucalyptus saligna* Smith han tenido un crecimiento diferenciado en el número de hojas, aunque el promedio no es de una diferencia considerable.

C. Evaluación de la longitud de raíz principal

Figura 3

Longitud de raíz principal por planta obtenida por efecto de los tratamientos

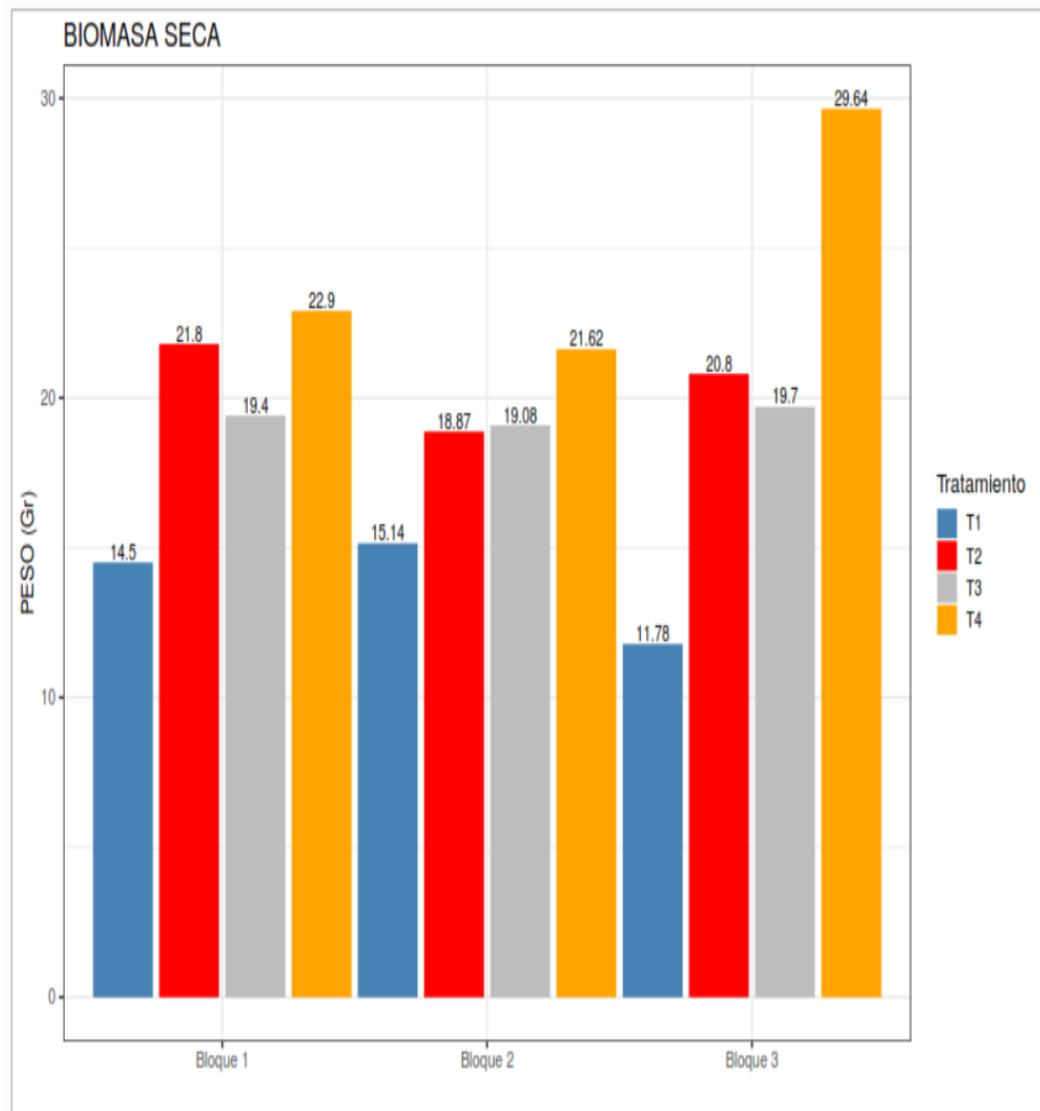


Nota. En la Fig. 3 muestran que existe una alta diferencia estadística entre los tratamientos, en donde se observa que el Tratamiento 4 presenta una mayor longitud de raíz principal con valor promedio de 18.77 cm a diferencia del Tratamiento 1 que presenta menor longitud de raíz principal con valor promedio de 9.17 cm, como se puede observar. La diferencia de la longitud de las raíces en los bloques, se debe a que las plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, estuvieron más expuesto a la luz y esto hizo que incrementara el crecimiento de sus raíces

D. Evaluación de la biomasa seca

Figura 4

Biomasa seca obtenida por efecto de los tratamientos



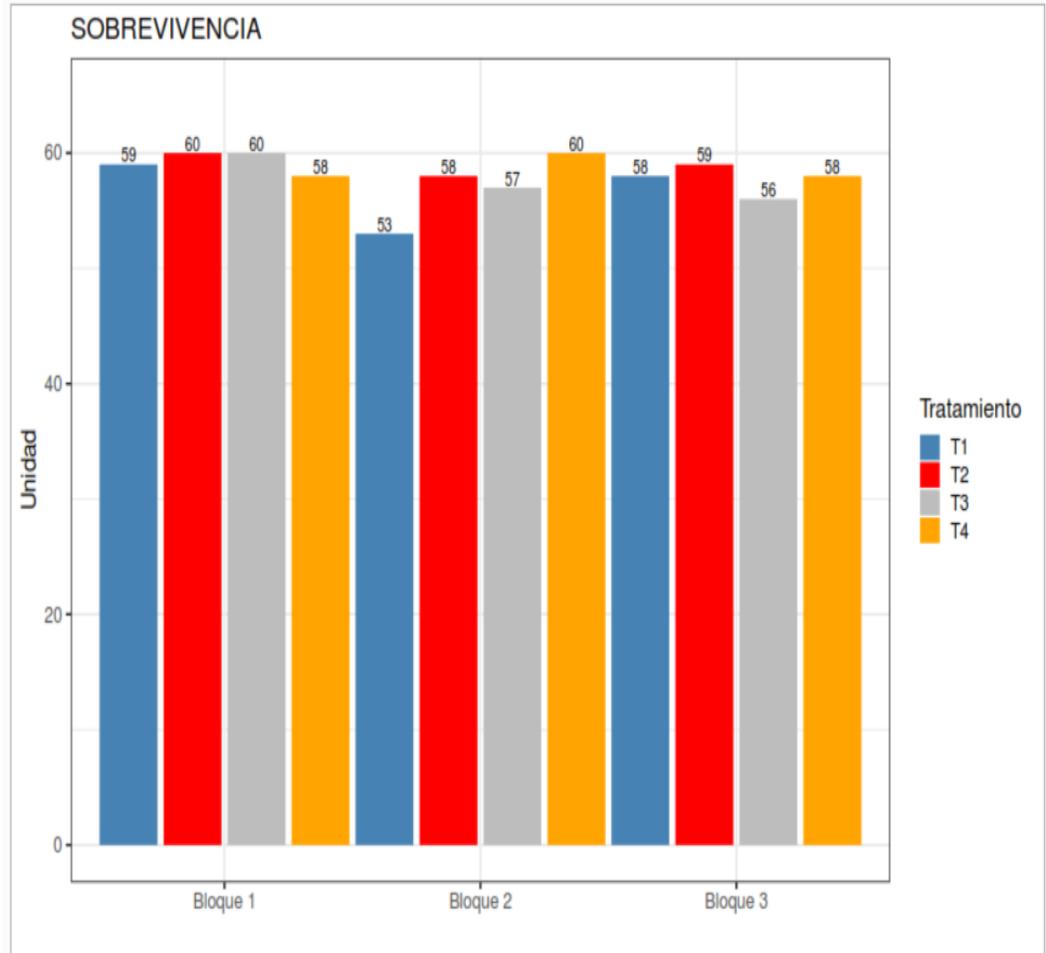
Nota. Se muestran los resultados que existe diferencia estadística entre tratamientos, se observa que el Tratamiento 4 presenta una mayor biomasa seca total con valor promedio de 24.72 gr y el Tratamiento 1 que presenta menor biomasa seca total con valor promedio de 13.81 gr, como se puede observar en la Figura 4.

E. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia (%)

El conteo de la sobrevivencia de las plántulas se realizó sola una vez terminando el experimento, con la finalidad de evaluar el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas con los diferentes tratamientos

Figura 5

Sobrevivencia de las plantas obtenida por efecto de los tratamientos



Nota. Después de analizar los resultados se puede decir que, el Tratamiento 2 tiene mayor porcentaje de sobrevivencia al repique con un valor promedio de 98.33% y menor porcentaje de sobrevivencia tiene el Tratamiento 1 tiene un valor 94.44% de sobrevivencia; esto indica que el efecto de los tratamientos que se usó fertilizante se logró un mayor porcentaje de sobrevivencia de plántulas frente a plántulas que no recibieron ningún tipo de fertilizante.

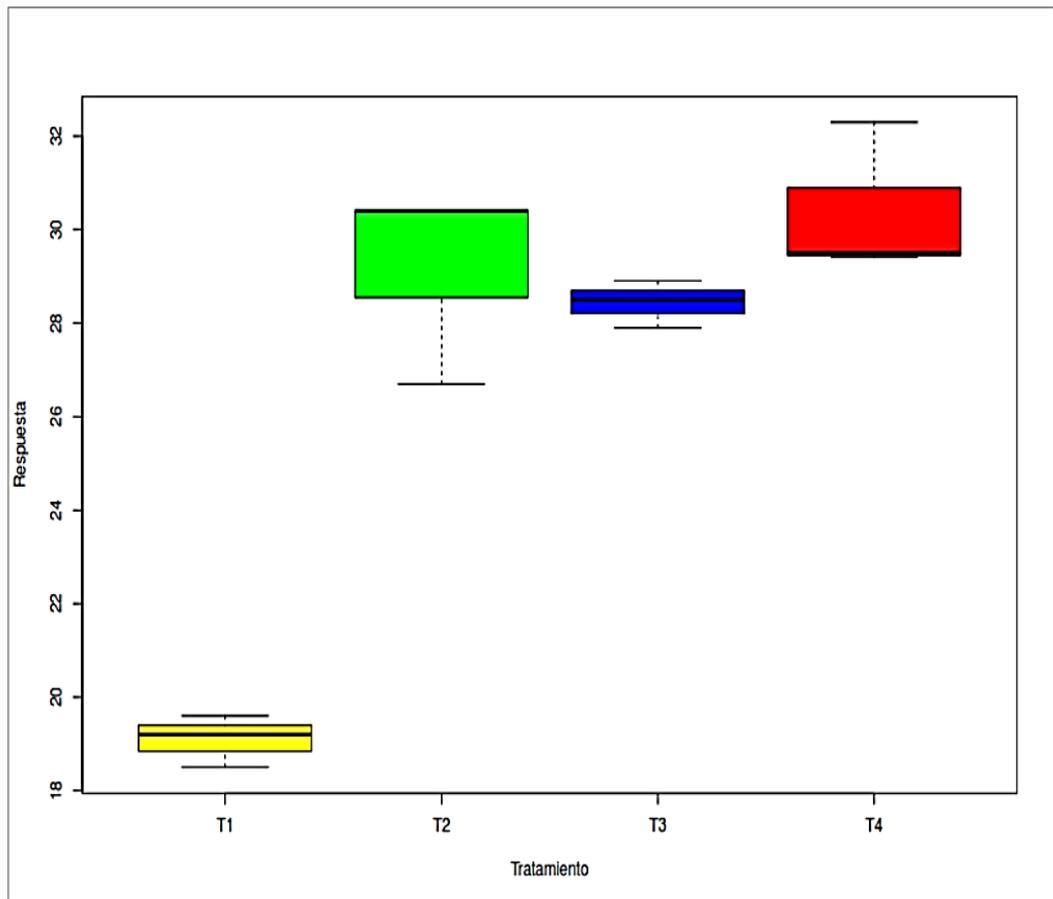
4.1.2 Análisis de varianza

En las tablas a continuación se muestra el resultado del análisis de varianza (ANOVA) efectuado para un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), a un nivel de confianza del 95 %. Como se sabe un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo de 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real. Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no todas las medias de población son iguales.

A. Evaluación de la altura de tallo

Figura 6

Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la altura de tallo

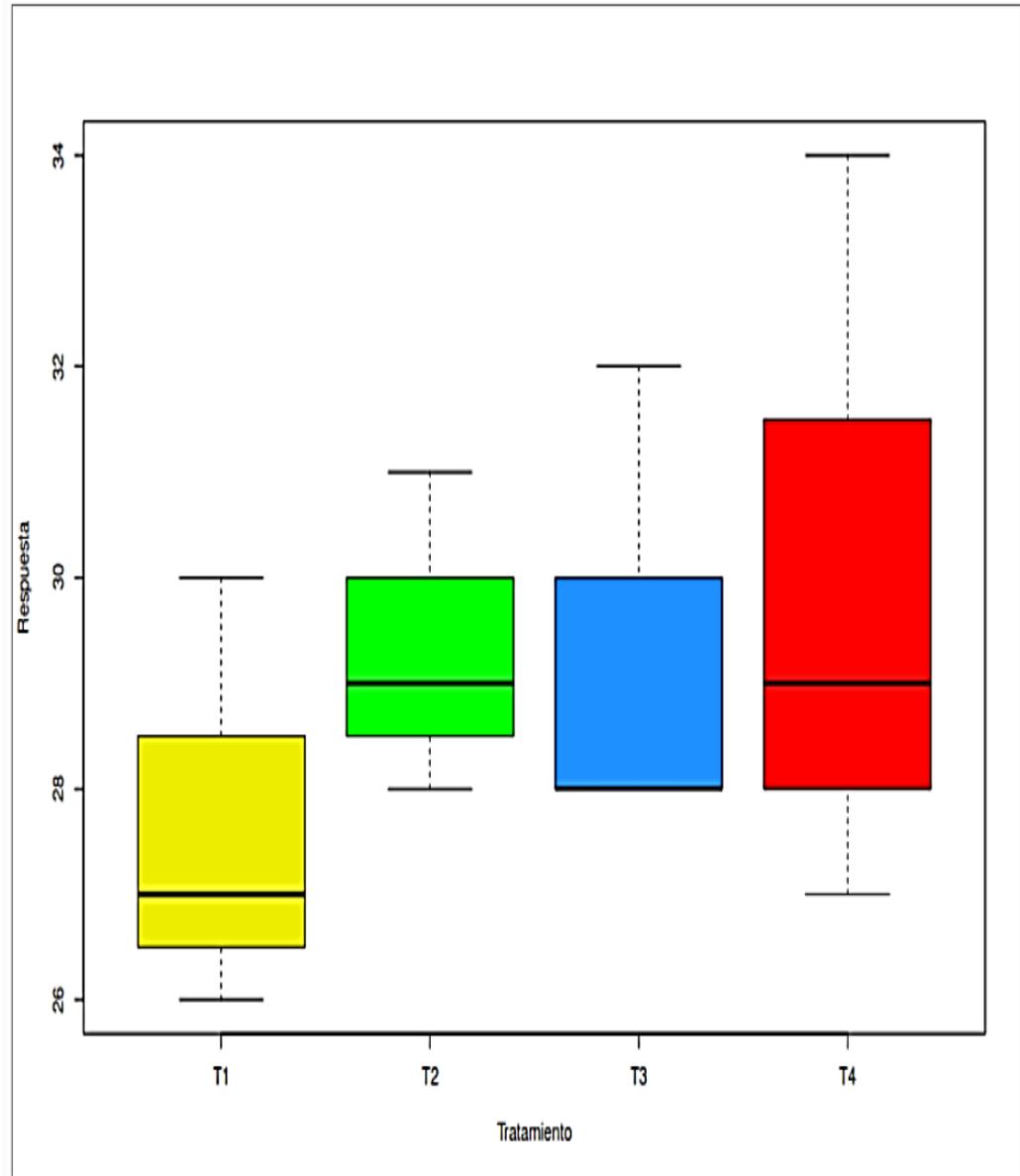


Nota. A una confiabilidad del 95% ($P = 0.05$), el análisis de varianza resultó estadísticamente significativo para los tratamientos ensayados. El crecimiento del tallo en los plantones de *Eucalyptus saligna* Smith depende de la dosis de fertilizante.

B. Evaluación del número de hojas

Figura 7

Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación del número de hojas

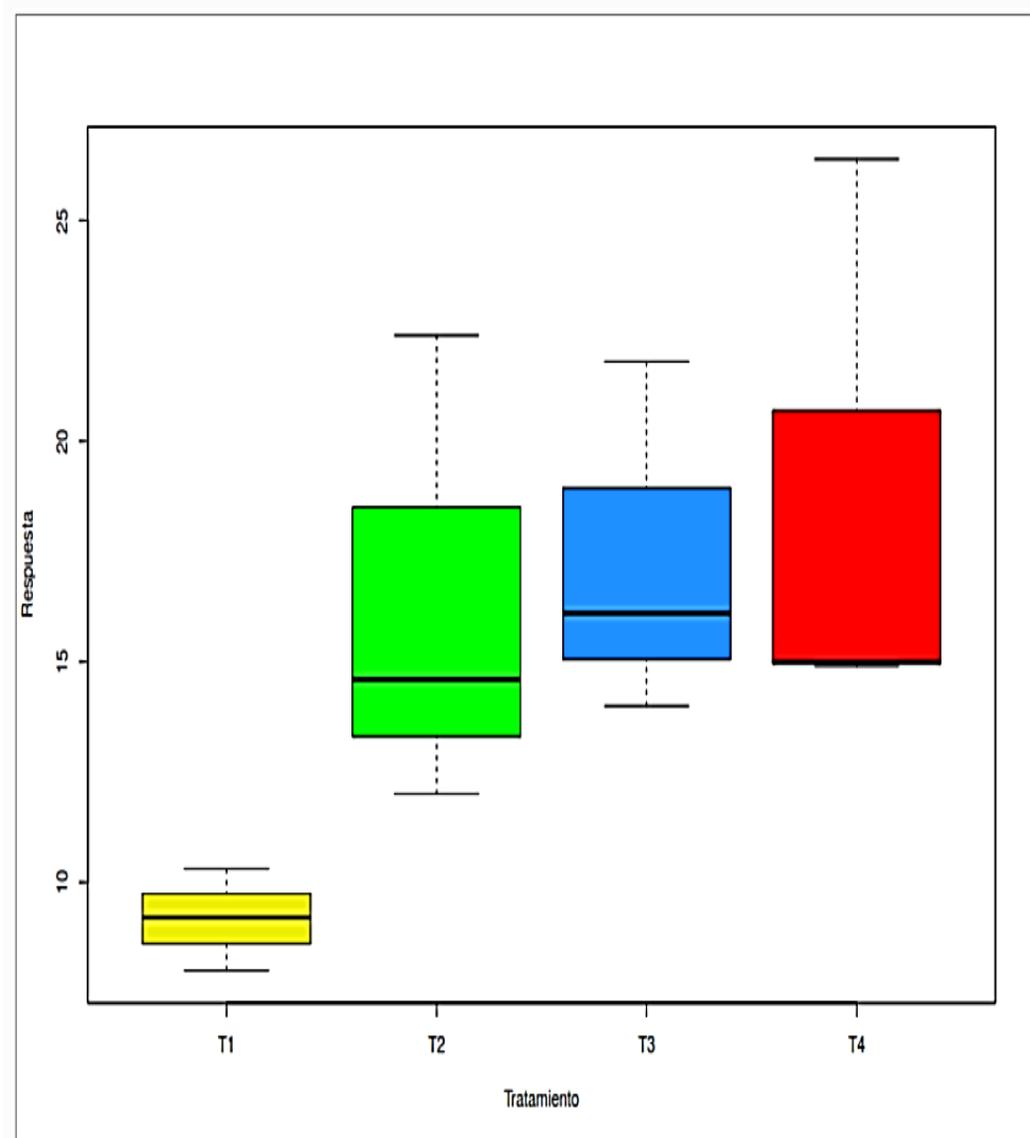


Nota. A una confiabilidad del 95% ($P = 0.05$), el análisis de varianza resultó estadísticamente no significativo para los tratamientos ensayados, es decir el T1, T2, T3 y T4; promueven el aumento del número de hojas de manera similar en el *Eucalyptus saligna* Smith.

C. Evaluación de la longitud de raíz principal

Figura 8

Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la longitud de raíz principal

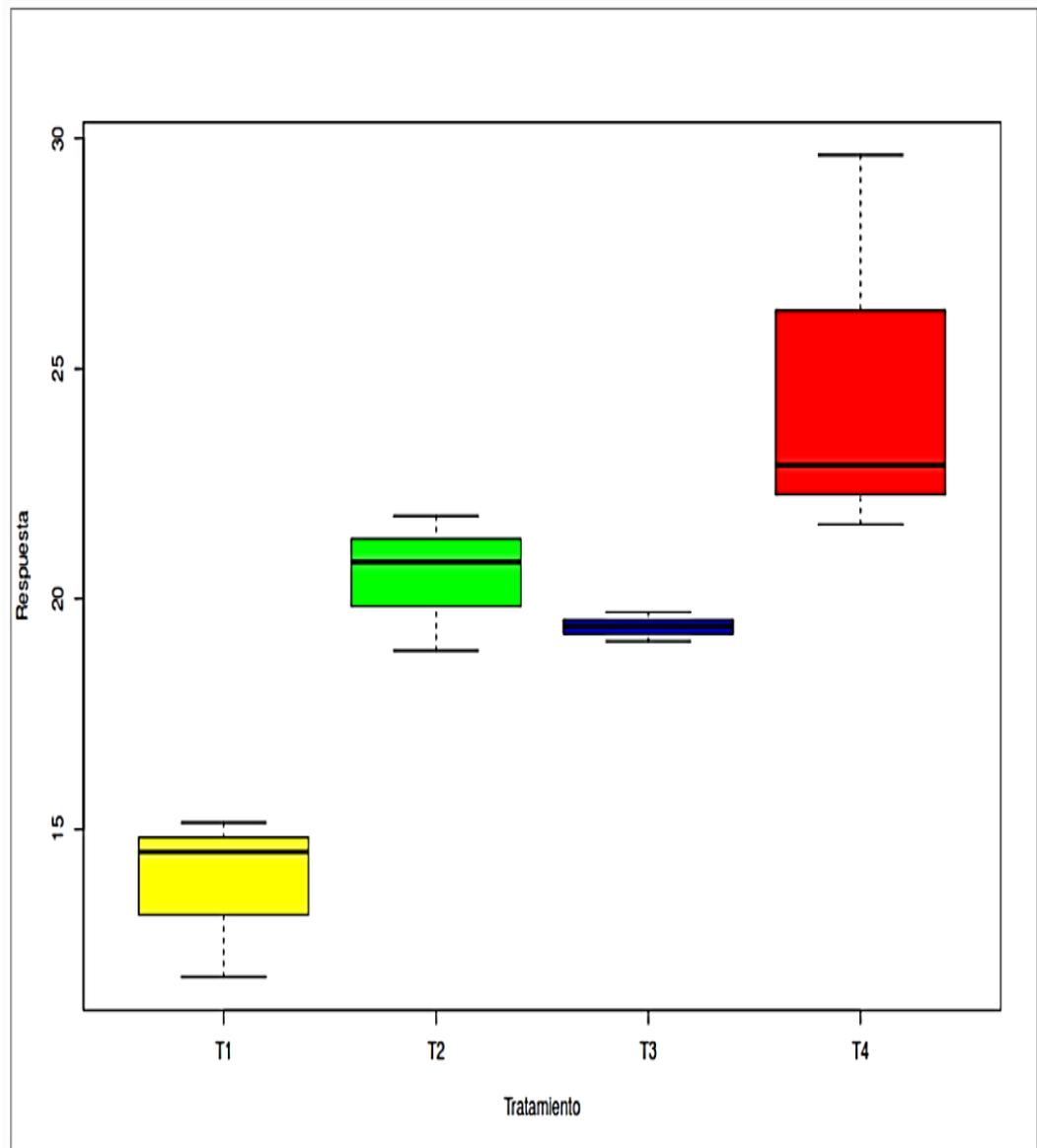


Nota. A una confiabilidad del 95% ($P = 0.05$), el análisis de varianza resultó estadísticamente significativo para los tratamientos experimentados; es decir, que la dosis de fertilizantes que se usó en los T1, T2, T3 y T4; si estimula el crecimiento radicular de manera heterogéneo.

D. Evaluación de la biomasa seca

Figura 9

Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación de la biomasa seca

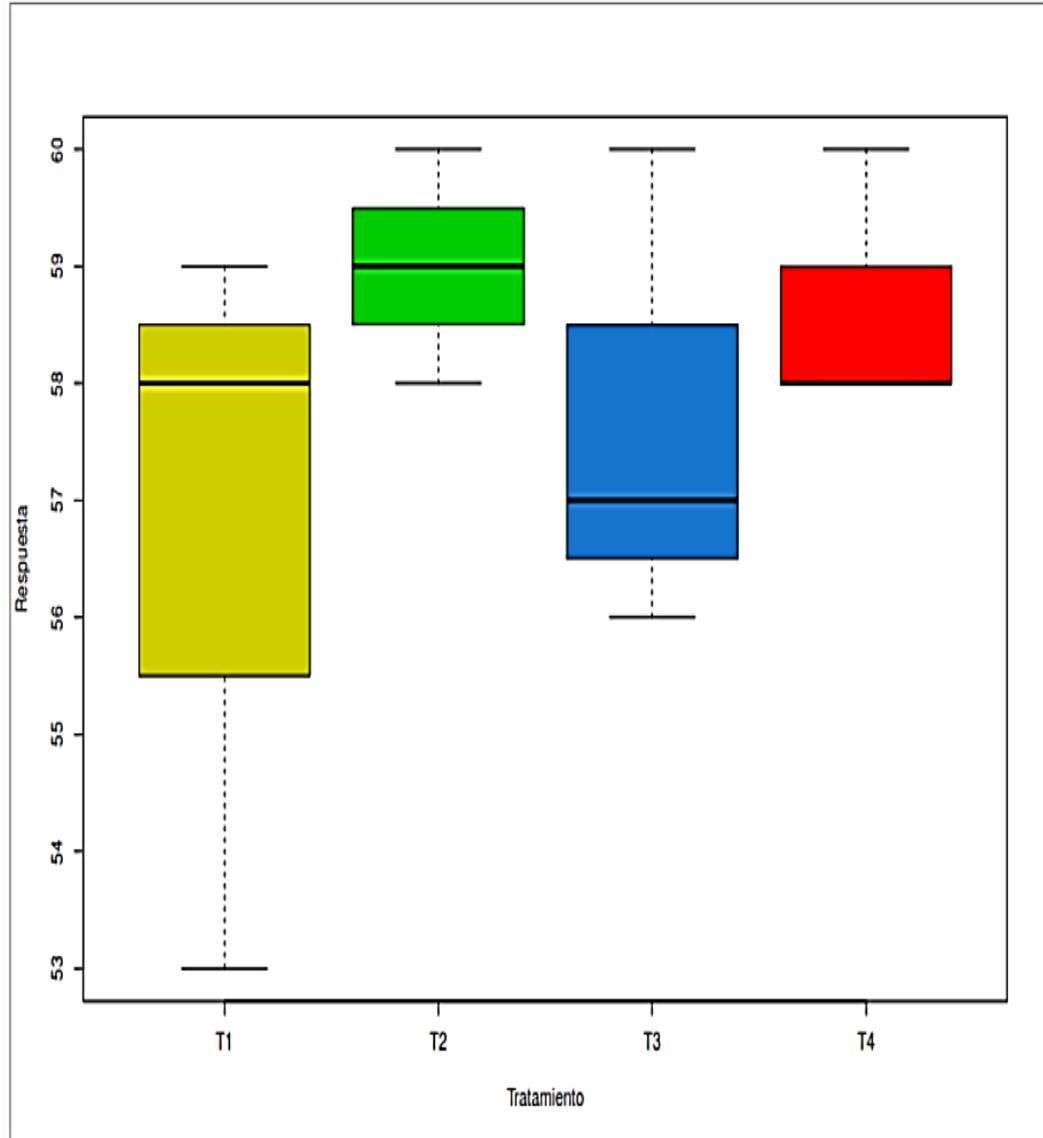


Nota. A una confiabilidad del 95% ($P = 0.05$), el análisis de varianza resultó estadísticamente significativo para los tratamientos ensayados. La ganancia de biomasa seca en los plantones de *Eucalyptus saligna* Smith está fuertemente influenciado por la dosis de fertilizante.

E. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia (%)

Figura 10

Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación del porcentaje de sobrevivencia



Nota. A una confiabilidad del 95% ($P = 0.05$), el análisis de varianza resultó estadísticamente no significativo para los tratamientos ensayados, es decir que los efectos de las dosis del T1, T2, T3 y T4; garantizan una sobrevivencia de los especímenes de *Eucalyptus saligna* Smith de manera homogénea.

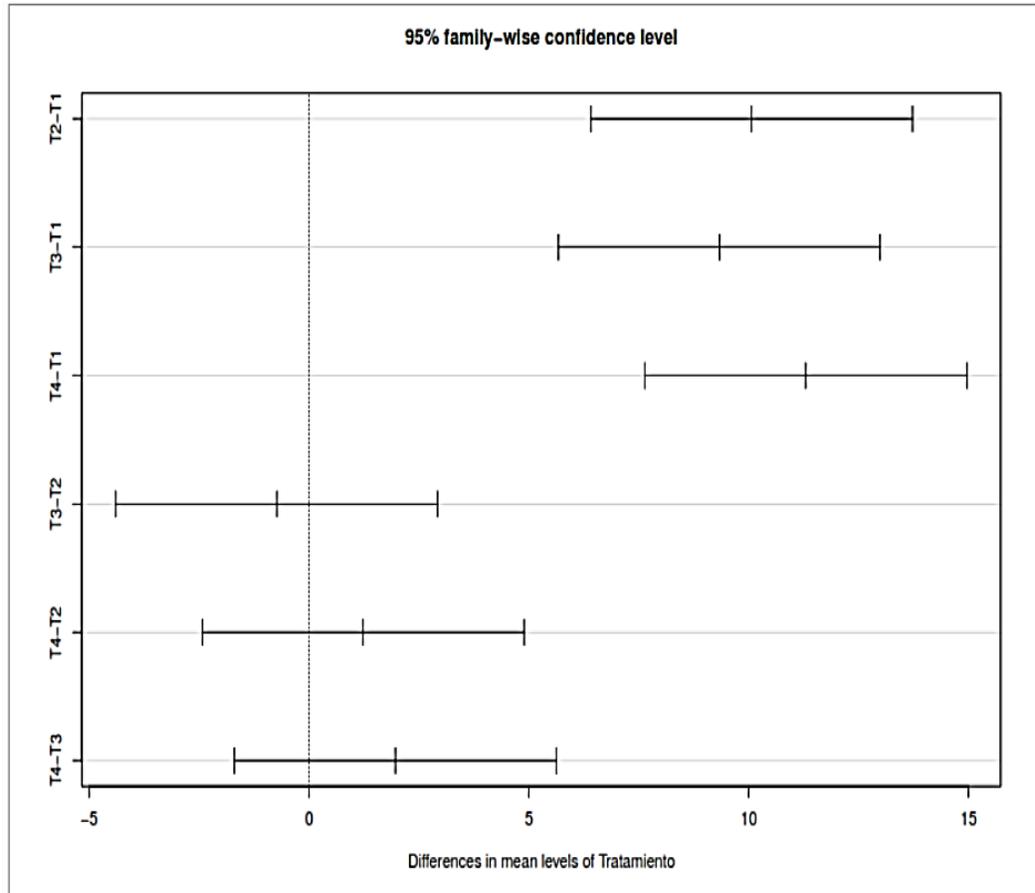
4.1.3 Pruebas de tukey.

Esta prueba nos ha permitido comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos.

A. Evaluación de la altura de tallo

Figura 11

Comparación de la altura de tallo con tukey.

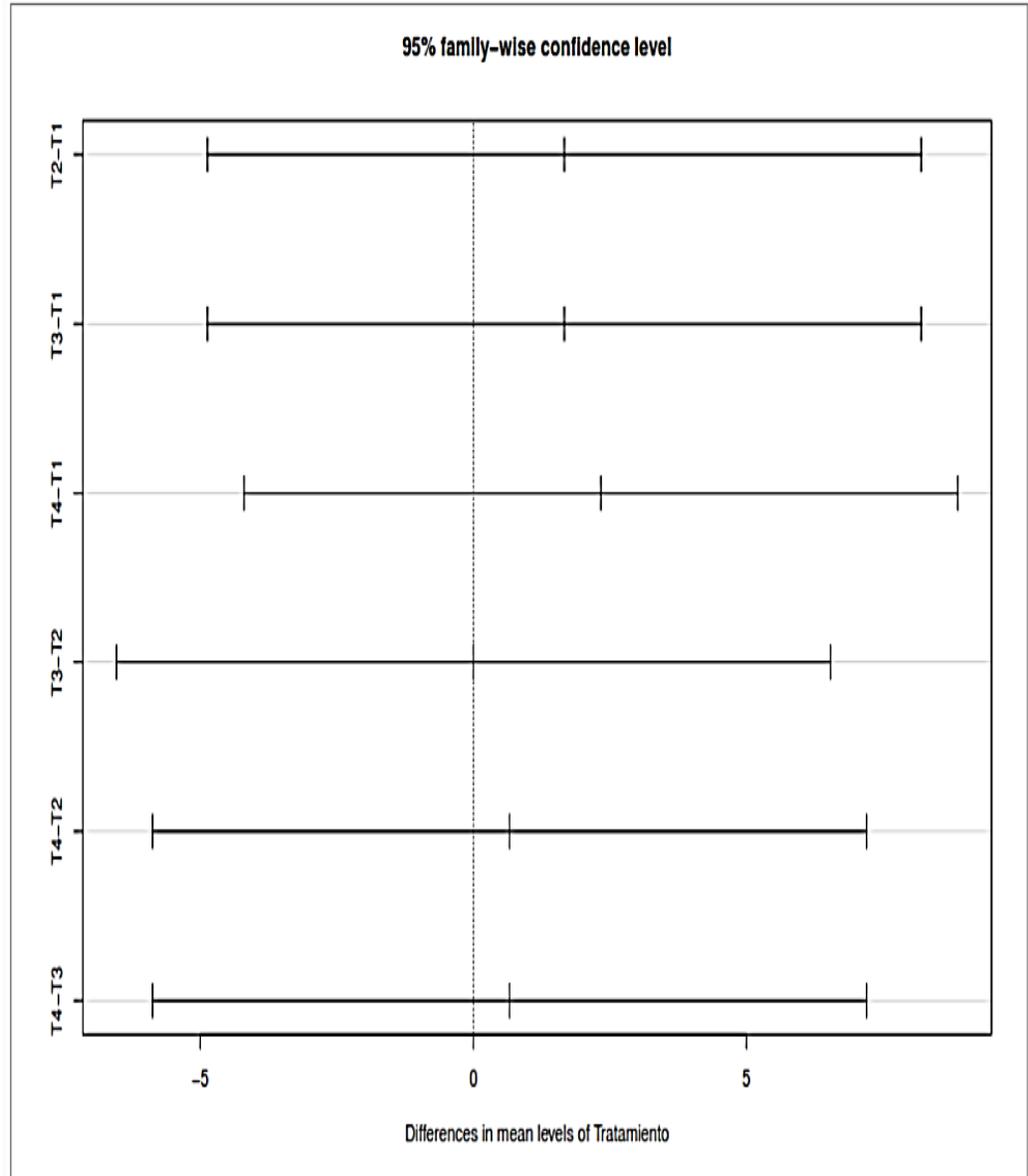


Nota. La figura 11, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que, al comparar los tratamientos, todos los tratamientos que fueron fertilizados son iguales estadísticamente en la altura de tallo en las plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, es decir que la aplicación de las fuentes de fertilizantes tuvo efecto en la altura de las plantas de *Eucalyptus*, como lo demuestra los T4 (Fosfato Diamónico), T3 (Sulfato de Potasio) y T2 (Biosol) y en cambio, el tratamiento Testigo (T1) presento menor altura de tallo.

B. Evaluación del número de hojas

Figura 12

Comparación del número de hojas con tukey

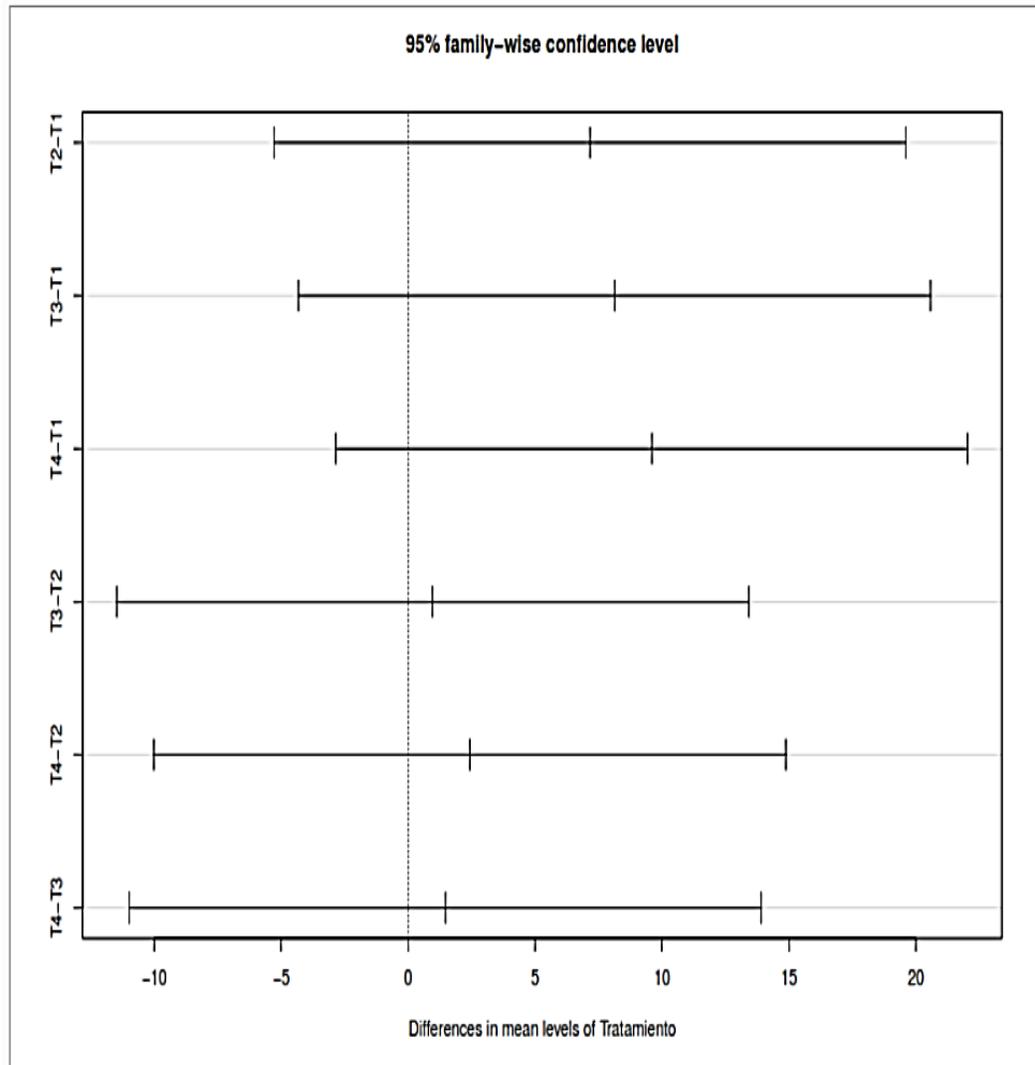


Nota. La prueba de “Tukey”, con nivel de significación de 0,05, indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos para el número de las hojas de las plantas de *Eucaliptus saligna* Smith en el T2 (Biosol), T3 (Sulfato de Potasio), y el T4 (Fosfato Diamónico) y si existe diferencia significativa solamente entre el tratamiento T1 (Testigo).

C. Evaluación de la longitud de raíz principal

Figura 13

Comparación de la longitud de la raíz principal con tukey

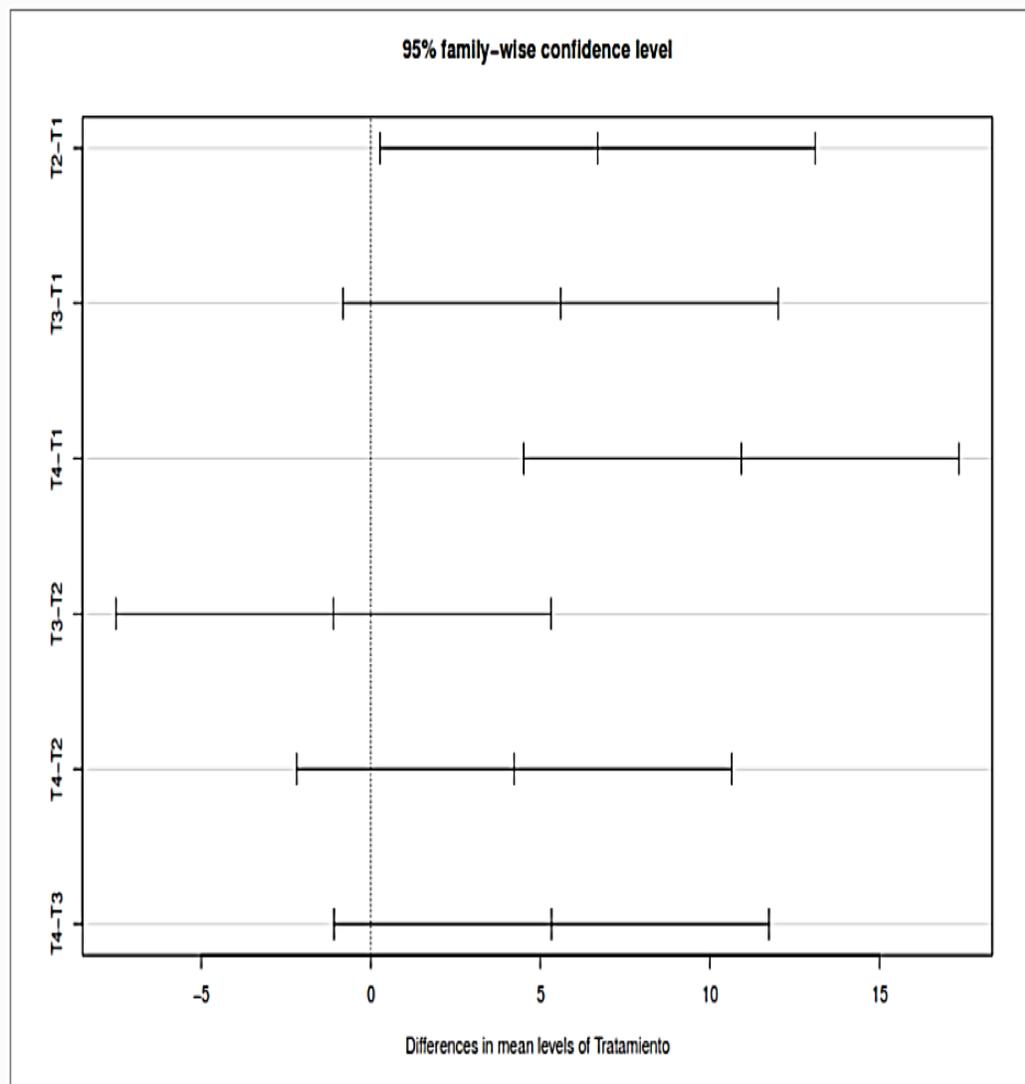


Nota. En la figura 13, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que, al comparar los tratamientos, todos los tratamientos que fueron fertilizados son iguales estadísticamente en la longitud de la raíz promedio de las plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, es decir que la aplicación de las fuentes de fertilizantes tuvo efecto en la longitud de la raíz de la plantas en los T4 (Fosfato Diamónico), T3 (Sulfato de Potasio) y T2 (Biosol) y en cambio, el tratamiento Testigo (T1) presento menor longitud de la raíz.

D. Evaluación de la biomasa seca

Figura 14

Comparación de la biomasa seca con tukey.

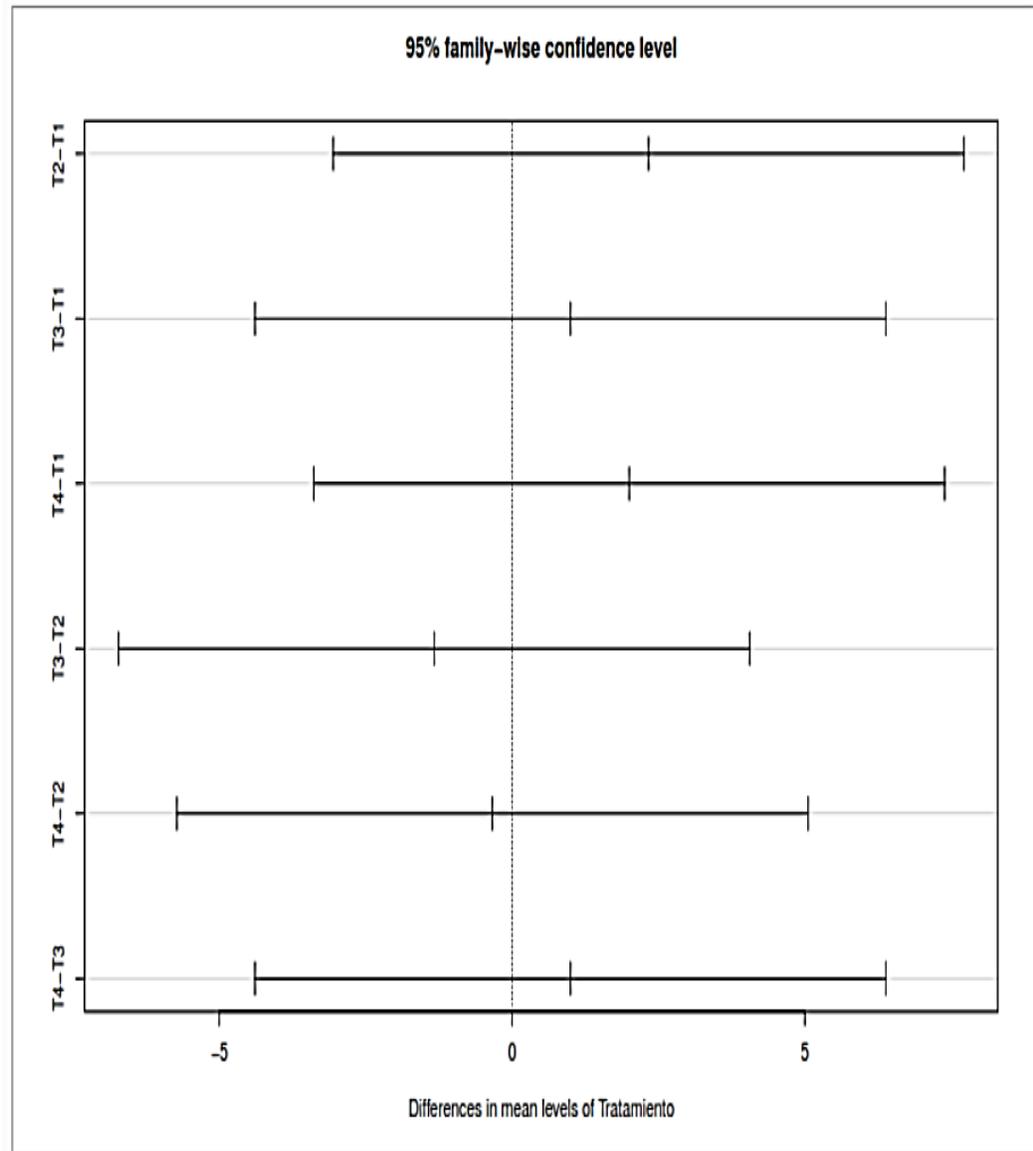


Nota. En la figura 14, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que, al comparar los tratamientos, todos los tratamientos que fueron fertilizados son iguales estadísticamente en la biomasa seca promedio de las plantas de *Eucalyptus saligna* Smith, es decir que la aplicación de las fuentes de fertilizantes tuvo efecto en la biomasa seca de la plantas en los T4 (Fosfato Diamónico), T3 (Sulfato de Potasio) y T2 (Biosol) y en cambio, el tratamiento Testigo (T1) presento menor biomasa seca.

E. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia (%)

Figura 15

Comparación de la Sobrevivencia con tukey



Nota. La prueba de “Tukey”, con nivel de significación de 0,05, indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos T2 (Biosol), T3 (Sulfato de Potasio), y el T4 (Fosfato Diamónico) y si existe diferencia significativa solamente entre el tratamiento T1 (Testigo).

V. DISCUSIÓN

Esta investigación utilizó tres tipos de fertilizante que fueron: Biosol, Sulfato de Potasio y Fosfato Diamónico. Según los resultados obtenidos, el mayor porcentaje de sobrevivencia al repique, obtuvo el tratamiento "T2", un valor promedio de 98.33%, el "T4" tiene un valor promedio de sobrevivencia al repique de 97.77%, el "T3" tiene un valor promedio de sobrevivencia al repique de 96.11% y el "T1" tiene el menor porcentaje de sobrevivencia con un valor 94.44%. Esto coinciden con los estudios realizados por Guin-Po (2005), quien evaluó la producción de plántulas de *Eucalyptus radiata* en condiciones de vivero, obteniendo 97% de sobrevivencia al repique, debido a que las condiciones climáticas como la temperatura y radiación solar se asemejan en ambas investigaciones.

Para la Evaluación de tres fuentes de fertilización en la producción de plántulas de *Eucalyptus saligna* Smith, en la etapa de vivero, los resultados muestran que el "T4" (Fosfato Diamónico) la planta alcanzo mayor altura con un promedio de 30.4 cm, en tanto que, la menor altura de planta alcanzó el "T1" (Testigo) con un promedio de 19.1 cm. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Ramírez (2017) quien determinó un promedio de 27,9 cm para altura, en su estudio de desarrollo en etapa de vivero de *Eucalyptus urograndis*, sometida a tres dosis de fertilización y dos sustratos. En tanto los resultados encontrados en esta investigación son superiores a los reportados por López (2016), quien realizando un estudio similar sobre los efectos de los niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de teca (*Tectona grandis* L.f.), en el cantón Mocache; encontró una altura promedio de 14,59 cm.

La altura de la planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, ésta puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores ambientales: luz, calor, humedad y nutrientes (Berrocal, 2016). En la presente investigación se ha logrado obtener mejores resultados con el uso de fertilizantes, lo que ha permitido mejora y aumentan la altura de las plántulas, el número de hojas y la longitud de raíz principal en comparación con las plántulas testigo. Con una buena fertilización vamos a garantizar el éxito de una plantación forestal, obteniendo buenos resultados a la hora ser instalado en campo definitivo (Tafur, 2020).

Para la instalación del *Eucalyptus saligna* Smith en campo definitivo se estableció que la altura debe oscilar entre 25 a 30 cm (Conafor, 2009). Al respecto Castro (2015) indica que la altura de planta es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, por lo que presenta fuerte

correlación con número de hojas y superficie foliar; al igual que Balaguer (1999) nos indica que este incremento en altura se debe principalmente al porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio existente en su composición química, lo permite el crecimiento de la planta de *Eucalyptus*, así como la mayor formación de tejidos y favoreciendo el incremento de la biomasa seca. Según Zavala (2007) el crecimiento, será proporcional a las cantidades de fertilizante y el riego absorbido por la planta, ambas actividades son de vital importancia en especies forestales producidas en viveros, pues definen el crecimiento de la planta en calidad. La nutrición influye en los procesos fisiológicos de las plantas, por lo que se requiere que los nutrientes se proporcionen en la cantidad y periodicidad adecuada.

Con el "T4" (Fosfato Diamónico) la planta alcanzo el mayor número de hojas, con un promedio de 30 hojas, en tanto que, el menor número alcanzó el "T1" (Testigo) con un promedio de 27,67 hojas, los datos son superiores obtenidos por Rosero et al. (2018) los resultados obtenidos para la variable número de hojas mostraron que todas las plantas sometidas a los diversos niveles y frecuencias de aplicación nutrimentales incrementaron en el número de hojas. Se determinó que las plantas fertilizadas con 200-100-200 mg. L-1 NPK, dos veces por semana, desarrollaron en promedio de 25.8 hojas. Con los resultados obtenidos en el número de hojas se determina que los tratamientos que le proporciona los principales nutrientes para el crecimiento de la planta son el Nitrógeno, Fósforo y Potasio ya que estos son esenciales en su etapa de crecimiento (Morales, 2012).

Para biomasa seca, el "T4" (Fosfato Diamónico) alcanzo mayor peso promedio de 24.72 gr, en tanto el menor peso alcanzó el "T1" (Testigo) con un promedio de 13.80 gr. Resultados obtenidos por Pahuara (2009) son similares ya que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) alcanzo un peso de biomasa seca 25.125 gr a los 90 días después del repique. La fertilización favorece el crecimiento de raíces e influye en el crecimiento de la altura se puede atribuir que la fertilización tuvo influencia en esta variable ya que las plantas que no fueron fertilizadas obtuvieron los menores valores en altura y menores valores de biomasa seca.

Para lograr plantas con mejores características morfológicas, es necesario el desarrollo de técnicas culturales desde el vivero. El tipo de sustrato, el contenedor a utilizar, la calidad de la semilla, el régimen de nutrición y el manejo adecuado del riego, son los elementos principales a considerar para obtener plantones de calidad Leyva et al. (2008).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

- Para altura de planta el mejor resultado se obtuvo con el "T4" (Fosfato Diamónico (8 gr)) con 30.4 cm de promedio y el menor promedio en altura se obtuvo con el "T1" (Testigo) con 19.1 cm.
- El "T4" (Fosfato Diamónico) se evidenció el mejor resultado frente a la producción de biomasa seca de la planta de *Eucalyptus saligna* Smith. Obteniéndose mayor biomasa (24,72 gr). Con respecto a la menor producción de biomasa seca el resultado fue el "T1" (13.81 gr)
- El mayor porcentaje de sobrevivencia al repique obtenido fue el "T2" con un valor promedio de 98.33% y el menor porcentaje de sobrevivencia fue "T1" con un valor promedio de 94.44% de sobrevivencia.

6.2 Recomendaciones.

- Antes de realizar una fertilización en vivero, para cualquier plantación forestal, se debe realizar primeramente un análisis de suelo para ver en qué condición de fertilidad se encuentra el sustrato.
- Realizar un seguimiento continuo con la evaluación de la calidad de planta durante la etapa de establecimiento en campo definitivo, con el fin evaluar su adaptabilidad para esta especie estudiada.
- Tener una mayor atención y cuidado cuando vamos conseguir las semillas certificadas, no deben pasar más de 3 meses desde su recolección porque no puede conservar su capacidad de germinación de forma indefinida.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, G. J. (2020). Proyecto de tesis: Guia para la elaboración para la elaboración. Biblioteca Nacional del Perú, Arequipa, Perú.
- Balaguer, F. (1999). Los abonos orgánicos. Primera edición. Editorial r vicente. Madrid, España.
- Bautista, E. (2018). "Efecto del sistema de producción y la aplicación de hidrogel en el crecimiento y desarrollo del eucalyptus urograndis en campo definitivo, distrito de pichari - Cusco, 2015". Tesis para obtener el título profesional de: ingeniero agroforestal. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Bernal, P. E. (2007). Montaje e instalacion de un vivero para recuperación de especies maderables y especies para cercas vivas en el municipio de recetor. Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente programa manejo agroforestal. Universidad nacional abierta y a distancia – unad, colombia.
- Berrocal, D. (2016). Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plántones de café (coffea arabica l.) Bajo condiciones de vivero. Para optar el título profesional de: ingeniero agrónomo. Universidad nacional agraria de la selva, tingo María, Perú.
- Boland, J., Brooker, M. I., Chippendale, G., Hyland, B., & McDonald, M. (1984). Forest trees of australia. Csiro publishing.
- Castro, P. (2015). Análisis de crecimiento y acumulación de biomasa en tornillo(thymus vulgaris l.). Universidad autónoma de baja california sur. La paz, baja california ur.
- Conafor. (2009). Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración. Mexico.
- Dickinson, J. (1969). "The eucalypt in the Sierra of Southern Perú". in Annuals of the Associations of American Geographers. doi:<https://www.jstor.org/stable/2561632>

- Fischersworing Hömberg, B., & Robkamp Ripken, r. (2001). Guia para la caficultura ecológica. Popayan, colombia.
- Franco Betancourt, M. (2014). Dosis y frecuencias de fertilización fosforada en el establecimiento de plantaciones de eucalyptus grandis en un andisol colombiano. Valle del cauca - colombia: universidad nacional a distancia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25576/vmfrancob.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Gartland, K., Kellison, R. C., & Fenning, T. M. (2002). Biotechnology and europe's forests of the future. A challenge document for presentation and discussion at forest biotechnology forum in europe: mpending barriers. Edinburgh, escocia.
- Guariguata, M., Arce, J., Ammour, T., & Capella, J. (2017). Las plantaciones forestales en Perú: reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. Documento ocasional 169. Centro para la investigación forestal internacional (cifor), bogor, indonesia.
- Guin-Po, C. P. (2005). Hongos Micorrícicos Comestibles: Una Alternativa para Mejorar la Rentabilidad de Plantaciones Forestales. Instituto Forestal Bio, Concepción, Chile.
- Ivanova, Y., Nail, S., Roca, F., Romo, M., Sabogal, A., Salmón, G., Freitas, P. S. (2017). Bosques y cambio climático en el Perú. Instituto de ciencias de la naturaleza, territorio y energías renovables. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Kellison, R. C. (1999). Forestry trends in the new millenium. In: procedings 26th annual tree improvement conference, athens, georgia, usa.
- Leyva, F., Rosell, R., Ramírez, A., & Romero, I. (2008). Manejo de endurecimiento por riego para elevar la calidad de las plnatas de Eucalyptus sp cultivados en vivero de la unidad Silvicola Campechuela. Universidad de Granma, Cuba.
- López, J. (2016). Efectos de los niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de teca (*Tectona grandis* L.f.), en el cantón Mocache. Tesis de Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

- Mato, R. B. (2020). "promoción del manejo del cultivo de cacao en el distrito de padre abad". Escuela profesional de agronomía. Universidad nacional de ucayali, pucallpa, Perú.
- Morales, C. O. (2012). "evaluación de tres diferentes fuentes orgánicas como fertilizantes en el crecimiento vegetativo del xate (*chamaedorea ernesti augustii*; arecaceas) en san antonio huista, huehuetenango". Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Universidad rafael landívar, quetzaltenango, mexico.
- Ortega, Lasuen, U., Kindelman, A., Hevia, Cabal, A., Alvarez, Rón, E., & Majada, Guijo, J. (2006). Control de calidad de planta forestal. Tecnología agroalimentaria, España.
- Pacheco, C. (2008). Influencia del sustrato y de la técnica de inoculación en la micorrización de *Pinus radiata* D. Don. Con el hongo ectomicorrizico *Boletus aereus* bull. Tesis Ing. Forestal. Universidad Católica del Maule, Chile.
- Pahuara, Q. J. (2009). "Influencia de sustratos en la propagación sexual de cedro, eucalipto rosado, bolaina, pino rojo y evaluación del crecimiento en campo definitivo de caoba, bolaina y eucalipto rosado en anco, la mar. Ayacucho". Tesis para obtener el título de: ingeniero agronomo. Universidad nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Ramírez, J. (2017). Desarrollo en etapa de vivero de *Eucalyptus urograndis* sometida a tres dosis de fertilización y dos sustratos. *Revistas Cultivos Tropicales*. Scielo, Medellin, Colombia.
- Ramos Huapaya, A., & Lombardi Indacochea, I. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en huánuco: estudio de caso con "eucalipto urograndis". Huánuco - Perú: revista forestal del Perú. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- Rosero, S., Arcos, J., Gualpa, M., & Guaraca, H. (2018). Efecto de la aplicación de solución nutritiva para el crecimiento inicial de *polylepis racemosa* a nivel de vivero. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador
- Tafur Tarillo, R. (2020). Efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares y un regulador de crecimiento, sobre el crecimiento y desarrollo en plantas de *eucalyptus globulus*,

bajo condiciones de vivero, distrito san silvestre de cochan, san miguel - cajamarca. Lambayeque - Perú: universidad nacional pedro ruiz gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2887/bc-tes-tmp-1716.pdf?sequence=1&isallowed=y>

- Tejedor, G., Alvarez, E., Arango, S., Pacheco, J., Timaná de la Flor, C., Newton, A. C., & La Torre Cuadros, M. A. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los andes tropicales. *Revista científica de ecología y medio ambiente. Ecosistemas*.
- Tejedor, G., Alvarez, E., Arango, S., Pacheco, J., Timaná de la Flor, C., Newton, A., & La Torre Cuadros, M. (2010). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los andes tropicales. *Revista científica de ecología y medio ambiente. Ecosistemas*.
- Vergara, A. K. (2004). Respuesta del inóculo micorrizal del hongo scleroderma verrucosum en la producción de plántulas de pinus radiata d. Don. Tesis ing. Forestal. Unalm, lima-perú.
- Zavala, J. (2007). Suelos nutrición y fertilización ambientalmente sostenible del cultivo de café. Diplomado de cultivos industriales tropicales de café, cacao y palma aceitera. Universidad nacional agraria de la selva, tingo maría, Perú.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, quien con su inmenso amor, bondad y bendiciones me permite disfrutar de la vida, del trabajo y gozar de buena salud en compañía de familiares y amigos.

De igual manera un reconocimiento especial a mi alma mater, la Universidad Nacional de Jaén, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas, a toda la Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental y a cada uno de los docentes que formó parte durante mi etapa Universitaria, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos han aportado con un granito de arena en mi formación profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Un agradecimiento muy especial al gerente de la **Cooperativa Sol&Café** Ing. Gerardo Alarcón Cubas por el apoyo brindado, así como también al equipo técnico de la Cooperativa, por el financiamiento de la presente investigación en el marco del proyecto de Desarrollo Cooperativo.

Un agradecimiento y consideración especial al M Sc. Francisco Fernando Aguirre de los Ríos; gracias por colaborar en la formulación, ejecución y en la presentación de este trabajo de investigación. Que lo hicieron de buena voluntad y sin esperar retribución alguna ¡Muchas gracias! A todos mis amigos y futuros colegas; Frank, Noymer, Pepe Luis y Eliser, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mis asesores la Ing. M Sc. Candy Lisbeth Ocaña Zúñiga y el Ing. Henry Oliva Contreras, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con sus conocimientos, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

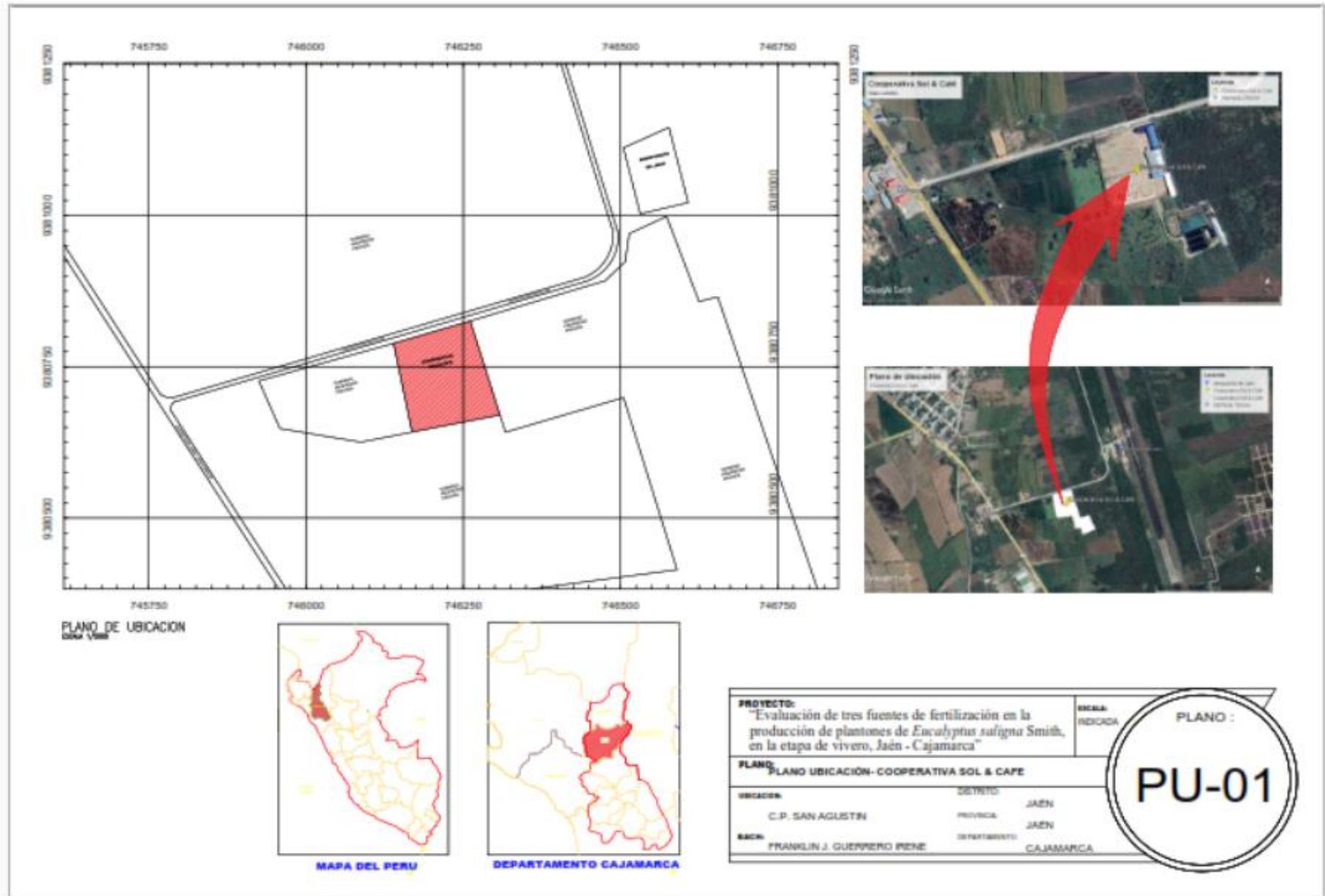
A mis padres Aníbal y Eedita, por su amor, paciencia, esfuerzo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado cumplir un sueño más y convertirme en lo que soy. Es un placer, honor y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos Milton Schubert, Leydi, Jenny y Marbil por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A mis tíos Ranulfo y Sabina, a quienes los quiero como a mis padres, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto ayudarme en cualquier momento.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del área de estudio



Anexo 2. Cuadro de mediciones

Fecha	Tratamiento	Fuente	Altura de Tallo (cm)	Número de Hojas (unidades)
15/04/2022	T1	Bloque I	3.95	4
	T2		4.05	4
	T3		4.08	5
	T4		3.85	4
	T1	Bloque II	4	4
	T2		3.95	5
	T3		4	4
	T4		3.8	4
	T1	Bloque III	3.95	4
	T2		4	4
	T3		4.2	4
	T4		3.8	4
1/05/2022	T1	Bloque I	7.5	6
	T2		9.05	8
	T3		9.12	8
	T4		8.9	10
	T1	Bloque II	8.16	8
	T2		9.05	9
	T3		8.9	8
	T4		8.6	10
	T1	Bloque III	7.45	8
	T2		8.6	6
	T3		8.9	9
	T4		8.5	10
15/05/2022	T1	Bloque I	9.8	14
	T2		13.6	16
	T3		13.9	12
	T4		12.8	12
	T1	Bloque II	10.5	15
	T2		14.6	18
	T3		12.6	14
	T4		12.9	16
	T1	Bloque III	10.4	15
	T2		13.4	16
	T3		13.8	16
	T4		13.5	14
30/05/2022	T1	Bloque I	12.9	18

	T2		17.8	20
	T3		18.3	18
	T4		18.1	17
	T1		13.6	19
	T2	Bloque II	19.3	22
	T3		18.5	18
	T4		18.9	20
	T1		13.8	18
	T2	Bloque III	19.1	19
	T3		18.9	20
	T4		20.1	18
	T1		15.5	22
	T2	Bloque I	22.8	24
	T3		23.9	23
	T4		25.8	21
15/06/2022	T1		17.1	24
	T2	Bloque II	25.8	25
	T3		24.3	24
	T4		24.9	25
	T1		16.7	23
	T2	Bloque III	24.6	24
	T3		23.7	25
	T4		26.8	23
	T1		18.5	26
	T2	Bloque I	26.7	29
	T3		27.9	28
	T4		29.5	27
30/06/2022	T1		19.6	30
	T2	Bloque II	30.4	31
	T3		28.9	28
	T4		29.4	29
	T1		19.2	27
	T2	Bloque III	30.4	28
	T3		28.5	32
	T4		32.3	34

Anexo 3. Cuadro de mediciones de raíz

Bloque	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
I	18.5	26.7	27.9	29.5
II	19.6	30.4	28.9	29.4
III	19.2	30.4	28.5	32.3
Promedio	19.1	29.2	28.43	30.4

El índice de crecimiento del tallo demuestra la ganancia de biomasa vegetal por plántula y en el análisis de varianza para esta característica se presentó alta significación estadística para la fuente de variación tratamiento. Estos datos indican que las plantas de eucalipto al ser repicadas han tenido un crecimiento diferenciado, aunque el promedio de altura no es de una diferencia considerable.

Anexo 4. Cuadro de medición del número de hojas

Bloque	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
I	26	29	28	27
II	30	31	28	29
III	27	28	32	34
Promedio	27.67	29.33	29.33	30.00

Cada 15 días después del repique se realizó el conteo de hojas, con la finalidad de determinar la influencia de los tratamientos en la presencia de hojas por planta, contando el número de hojas formadas en cada planta.

Anexo 5. Cuadro de mediciones de raíz

Bloque	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
I	8	12	14	15
II	10.3	14.6	16.1	14.9
III	9.2	22.4	21.8	26.4
Promedio	9.17	16.33	17.30	18.77

El sistema radical es uno de los rasgos más importantes para evaluar la respuesta a condiciones de estrés hídrico en campo. La longitud de la raíz se evaluó 75 días después del repique; se le considera un indicador morfológico de la respuesta al estrés hídrico de las plantas, mientras más larga sea mejor resistencia a la carencia de agua.

Anexo 6. Cuadro del Peso de la Biomasa.

Bloque	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
I	14.5	21.8	19.4	22.9
II	15.14	18.87	19.08	21.62
III	11.78	20.8	19.7	29.64
Promedio	13.81	20.49	19.39	24.72

La biomasa seca, materia seca o extracto seco es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible (proteína, grasas, minerales, fibra, entre otros), a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. Para el cálculo de la biomasa seca, se utilizó una estufa a 70 °C durante 48 horas, luego se usó una balanza digital con precisión de 0.1 gramos para calcular el peso seco en gramos por planta, según el protocolo

Anexo 7. Cuadro de Supervivencia después del repique.

<i>Eucalyptus saligna</i>	Nº De Semillas Sembradas	Sobre Vivencia	Porcentaje de Supervivencia
B1T1	60	59	98.33%
B1T2	60	60	100.00%
B1T3	60	60	100.00%
B1T4	60	58	96.67%
B2T1	60	53	88.33%
B2T2	60	58	96.67%
B2T3	60	57	95.00%
B2T4	60	60	100.00%
B3T1	60	58	96.67%
B3T2	60	59	98.33%
B3T3	60	56	93.33%
B3T4	60	58	96.67%
TOTAL, SEMILLAS SEMBRADAS	720	696	96.67%

Anexo 8. Cuadro de porcentaje de supervivencia.

Bloque	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
I	59	60	60	58
II	53	58	57	60
III	58	59	56	58
Promedio	94.44%	98.33%	96.11%	97.77%

La distribución del número de plantas de acuerdo a los tratamientos evaluados en base al tipo de fertilizante que se aplicó desde el día 15 después de haber hecho el repique. Como se puede apreciar hubo mucha similitud con el número de plántulas por cada tratamiento.

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p	partial η^2	partial η^2 90% CI [LL, UL]
Tratamientos	10	3	3.333	0.852	0.514	0.3	[.00, .46]
Bloques	10.5	2	5.25	1.34	0.33	0.31	[.00, .53]
Error	23.5	6	3.917				
Total	44	11					
CV: 3.41%					R ² : 0.466		

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable altura de tallo

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p	partial η^2	partial η^2 90% CI [LL, UL]
Tratamientos	241.549	3	80.516	64.171	0.000*	0.3	[.00, .46]
Bloques	8.145	2	4.072	3.246	0.111	0.31	[.00, .53]
Error	7.528	6	1.255				
Total	257.222	11					
CV: 4.18%					R ² : 0.971		

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable número de hojas

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p	partial η^2	partial η^2 90% CI [LL, UL]
Tratamientos	8.917	3	2.972	0.527	0.68	0.21	[.00, .36]
Bloques	16.167	2	8.083	1.433	0.31	0.32	[.00, .54]
Error	33.833	6	5.639				
Total	58.917	11					
CV: 8.17%					R ² : 0.426		

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p	partial η^2	partial η^2 90% CI [LL, UL]
Tratamientos	164.009	3	54.67	6.483	0.026	0.022	[.10, .82]
Bloques	130.622	2	65.311	7.745	0.022	0.72	[.11, .81]
Error	50.598	6	8.433				
Total	345.229	11					
CV: 18.87%						R ² : 0.853	

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable biomasa seca

Fuentes de variación	SC	gl	CM	F	p	partial η^2	partial η^2 90% CI [LL, UL]
Tratamientos	181.836	3	60.612	8.74	0.013*	0.81	[.22, .86]
Bloques	6.512	2	3.256	0.469	0.647	0.14	[.00, .37]
Error	41.612	6	6.935				
Total	229.959	11					
CV: 13.44%						R ² : 0.819	

Anexo 14. Cuadro de prueba de tukey de porcentaje de sobrevivencia.

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	2.3333333	-3.057028	7.723695	0.5403567
T3-T1	1.0000000	-4.390362	6.390362	0.9310663
T4-T1	2.0000000	-3.390362	7.390362	0.6502634
T3-T2	-1.3333333	-6.723695	4.057028	0.8561445
T4-T2	-0.3333333	-5.723695	5.057028	0.997019
T4-T3	1.0000000	-4.390362	6.390362	0.9310663

- **diff:** Diferencia entre las medias de los dos grupos
- **lwr, upr:** El punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- **p adj:** Valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples

Anexo 15. Cuadro prueba de tukey de la variable de altura de tallo.

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	10.0666667	6.406852	13.726482	0.0001005
T3-T1	9.3333333	5.673518	12.993148	0.0001736
T4-T1	11.3000000	7.640185	14.959815	0.0000430
T3-T2	-0.7333333	-4.393148	2.926482	0.9155313
T4-T2	1.2333333	-2.426482	4.893148	0.7109395
T4-T3	1.9666667	-1.693148	5.626482	0.3737065

Anexo 16. Cuadro prueba de tukey de las variables del número de hojas.

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	1.6666667	-4.870107	8.203440	0.8452011
T3-T1	1.6666667	-4.870107	8.203440	0.8452011
T4-T1	2.3333333	-4.203440	14.959815	0.6754876
T3-T2	-3.552714	-6.536774	6.536774	1.0000000
T4-T2	6.6666667	-5.870107	7.203440	0.9870771
T4-T3	6.6666667	-5.870107	7.203440	0.9870771

Anexo 17. Cuadro prueba de tukey de las variables de la longitud de raíz

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	7.1666667	-5.277950	19.61128	0.3217018
T3-T1	8.1333333	-4.311283	20.57795	0.2338645
T4-T1	9.6000000	-2.844616	22.04462	0.14007146
T3-T2	9.6000000	-11.477950	13.41128	0.9941595
T4-T2	2.4333333	-10.011283	14.87795	0.9207749
T4-T3	1.4666667	-10.977950	13.91128	0.9804124

Anexo 18. Cuadro prueba de tukey de la variable biomasa seca.

	diff	lwr	upr	p adj
T2-T1	6.683333	0.2703930	13.096274	0.0413675
T3-T1	5.586667	-0.8262737	11.999607	0.0895147
T4-T1	10.913333	4.5003930	17.326274	0.0027073
T3-T2	-1.096667	-7.5096070	5.316274	0.9446142
T4-T2	4.230000	-2.1829403	10.642940	0.2279611
T4-T3	6.666667	-5.870107	7.203440	0.9870771

Anexo 19. Nivelación de la cama de germinación



Anexo 20. Semilla de *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 21. Siembra de la semilla de *Eucalyptus saligna* Smith en la cama de almacigo



Anexo 22. Se protege con plástico para mantener la humedad después de haber sido sembrado el *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 23. Germinación después de 10 haber sido puesta en el germinador



Anexo 24. Después de 30 días de haber sido puesto en el germinador



Anexo 25. Preparación del sustrato



Anexo 26. Llenado de bolsas



Anexo 27. Antes de hacer el repique se humedece



Anexo 28. Selección de plántulas de *Eucalyptus saligna* Smith para el repique



Anexo 29. Repicado de plántulas de *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 30. Plántulas de *Eucalyptus saligna* Smith ya repicadas



Anexo 31. Aplicación del riego



Anexo 32. Peso de los fertilizantes



Anexo 33. Pesado del fertilizante para cada planta



Anexo 34. Fertilización del *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 35. Medición de altura del *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 36. Evaluación final de la altura del *Eucalyptus saligna* Smith



Anexo 37. Plantones seleccionados para determinar la Biomasa



Anexo 38. Medición de la raíz



Anexo 39. Pesado de la muestra vegetativa



Anexo 40. Secado de las muestras vegetativas para la obtención de la biomasa seca



Anexo 41. Pesado de la biomasa seca



Anexo 42. Visita del asesor

