



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniera
Forestal

TEMA:

Crecimiento en plántulas de tres variedades de *Eucaliptus* Spp., bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, año 2019.

AUTORA:

Plúa Cedeño Jeniffer Astrid

DIRECTOR:

Jaime Morante Carriel, Ph. D

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SECIÓN DE DERECHOS

Yo, Jeniffer Astrid Plúa Cedeño

Declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo investigativo de titulación.

La Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo “U.T.E.Q.”, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Quevedo, 02 de diciembre del 2019

Jeniffer Astrid Plúa Cedeño

C.I. 094054461-2

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El suscrito, Dr. Jaime Morante Carriel, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Egresada Jeniffer Astrid Plúa Cedeño, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Crecimiento en plántulas de tres variedades de *Eucaliptus Spp.*, bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, año 2019.**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Jaime Morante Carriel
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE TRES VARIEDADES DE *Eucalyptus* Spp.,
BAJO DIFERENTES REGÍMENES DE FERTILIZACIÓN EN CONDICIONES DE
VIVERO, EN EL RECINTO LOS ÁNGELES, PARROQUIA PATRICIA PILAR,
PROVINCIA DE LOS RÍOS, AÑO 2019.”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal.

Aprobado por:

Dr. José Nieto Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Nicolás Cruz Rosero
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Oscar Prieto Benavides
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Me permito agradecer primeramente a Dios que con su infinita misericordia me permite seguir respirando y esforzándome todos los días, además de tener la oportunidad de ser una mejor profesional, hija, hermana, madre y sobre todo mejor persona.

Agradezco a mis padres de todo corazón quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme con su inagotable amor y darme aliento cuando las adversidades surgían, muchas gracias por todo a Uds. padres. A mi tío; el Ing. For. Lenin Cedeño Sánchez, por brindarme sus conocimientos y apoyo durante el largo camino de esta maravillosa carrera y forjar mi carácter para poder salir adelante, sin desmayar bajo ninguna circunstancia.

A las siguientes personas, docentes e instituciones quiero expresar un especial agradecimiento por ayudarme en la realización del presente trabajo investigativo:

- A mi amigo y mi compañero Carlos Granados, por ayudarme desde el inicio hasta la culminación del proyecto.
- Al Ing. For. Pedro Suatunce, por brindarme su comprensión, por sus indicaciones sobre el trabajo y por su ayuda en general.
- Al Ing. For. Rolando López, por guiarme y enseñarme pautas necesarias para seguir adelante con este proyecto.
- Al Doctor Jaime Morante, mi tutor, por el tiempo y la paciencia dedicada.
- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal.
- A la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A., y a todo su grupo técnico de cabecera y a sus colaboradores por brindarme un espacio y su apoyo en general para poder llevar a cabo este proyecto investigativo.
- Y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración del presente proyecto de investigación.

¡Gracias totales!

Jeniffer Astrid Plúa Cedeño

DEDICATORIA

Dedico este proyecto investigativo primeramente a Dios, por darme salud y sabiduría sin la cual no hubiera culminado este trabajo.

A MIS PADRES

Claudia Cedeño Sánchez y Franklin Plúa Zamora, por el apoyo brindado, lo cual me han ayudado a salir adelante sintiéndome orgullosa de ser la mujer que soy, a sus consejos, su perseverancia y esfuerzo de toda la vida para conseguir que mis hermanos y yo tengamos un futuro prometedor.

A MIS HERMANOS

Franklin Plúa y Jeremías Plúa, que en la búsqueda de superación profesional fueron mi fuente de inspiración influyendo de forma positiva en la elaboración de éste proyecto investigativo.

A MIS HIJOS

Mayckel Mero y Aidana Mero, quienes con su inocencia y admiración me impulsaron a finalizar el proyecto emprendido.

A MIS TÍOS

David Cedeño y Lenin Cedeño por ser mi apoyo en todo el camino de mi vida estudiantil.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Mi abuela Victoria Sánchez y tíos; Alejandro Cedeño y Evelin Meza, quienes con sus consejos y aliento de superación me impulsaron a seguir adelante con este proyecto universitario de años.

A MIS ESTIMADOS MAESTROS

Quienes en el transcurso de esta maravillosa carrera me brindaron sus conocimientos, dedicación, esfuerzos y enseñanzas, formándome profesionalmente, siendo mis guías y mi apoyo en toda mi carrera universitaria.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento en plántulas de tres especies de *Eucaliptus* Spp., bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, en el vivero forestal “Los Ángeles” perteneciente a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. Aplicando diferentes regímenes de fertilización de las mezclas químicas completas de nombre comercial (MicroEssentials SZ + interacción de Algamar, Triple 15 N-P-K + interacción de Algamar y Kristalon inicio 13-40-13), los cuales consisten en una mezcla soluble tanto en polvo, como granular compuesta de varios elementos químicos para suplir eficientemente las necesidades del Fósforo, Nitrógeno, Azufre, Zinc, Magnesio y Boro. Ambos productos fueron utilizados para obtener un correcto y acelerado proceso de fertilización, evaluando las diferentes etapas que atraviesan las plántulas durante el proceso de crecimiento, aplicando un diseño estadístico completamente al azar (DCA), que constó de 4 tratamientos y 2 repeticiones. El análisis de varianza (ADEVA) determinó que existieron diferencias significativas entre los productos aplicados. Para la comparación de promedios se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T1 (51,48%) y T3 (46,06%) y el menor promedio fue para el testigo con (10,40%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Estos resultados demuestran que existen productos que se pueden aplicar en las plántulas a nivel de vivero para obtener mejores promedios de crecimiento.

Palabras claves: Crecimiento, plántulas, regímenes, fertilización, *Eucaliptus*.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the growth in seedlings of three species of *Eucalyptus* Spp., Under different fertilization regimes under nursery conditions in the Los Angeles enclosure, Patricia Pilar parish, Los Ríos province, in the “Los Angeles forest nursery” ”Belonging to the company NOVOPAN DEL ECUADOR SA Applying different fertilization regimes of the complete chemical mixtures of commercial name (MicroEssentials SZ + interaction of Algamar, Triple 15 NPK + interaction of Algamar and Kristalon beginning 13-40-13), which consist of a powder soluble mixture, as granular composed of several chemical elements to efficiently meet the needs of Phosphorus, Nitrogen, Sulfur, Zinc, Magnesium and Boron. Both products were used to obtain a correct and accelerated fertilization process, evaluating the different stages that the seedlings go through during the growth process, applying a completely randomized statistical design (DCA), which consisted of 4 treatments and 2 repetitions. The analysis of variance (ADEVA) determined that there were significant differences between the products applied. For the comparison of averages, the Tukey test was applied at a 5% probability of error. The best averages were obtained by treatments T1 (51.48%) and T3 (46.06%) and the lowest average was for the control with (10.40%). Therefore, the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted. These results demonstrate that there are products that can be applied in seedlings at the nursery level to obtain better growth averages.

Keywords: Growth, seedlings, regimes, fertilization, *Eucalyptus*.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SECIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
SUMMARY	viii
TABLA DE CONTEIDO	x
CÓDIGO DUBLIN	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3.Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. General.	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.3. Justificación.	6
1.4. Hipótesis de la investigación.	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.1.1. Viveros forestales.	8
2.1.1. Establecimiento y supervivencia.	9
2.1.3. Mantenimiento del vivero.....	10

2.1.4. Género <i>Eucalyptus</i> Spp.	11
2.1.5. Distribución geográfica y hábitat.	11
2.1.6. Importancia del <i>Eucalyptus</i> Spp., en el mundo	12
2.1.7 Descripción taxonómica de <i>Eucalyptus urograndis</i>	12
2.1.8. Descripción taxonómica de <i>Eucalyptus exserta</i> F. Muell.....	14
2.1.9. Descripción taxonómica de <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.	16
2.2. Marco Referencial.....	17
2.2.1. Fertilización.....	17
2.2.2. Exigencia nutricionales de plantas en etapa de vivero.....	19
2.2.3. Dosis y aplicación de fertilizantes.....	19
2.2.4. Aplicación de fertilizantes.....	20
2.2.5. Mezclas de fertilizantes.....	21
2.2.6. Momento adecuado para fertilizar especies en crecimiento.....	22
2.2.7. Fertilizantes primarios importantes	22
2.2.8. Fertilización y crecimiento en plantaciones del género <i>Eucalyptus</i> Spp.....	23
2.2.9. Importancia de la aplicación de fertilizantes en las plantas de vivero, en distintas especies de <i>Eucalyptus</i> Spp.	23
2.2.10. Métodos adecuados de fertilización.....	24
2.2.11. Fertirrigación-Nutrigación.....	24
CAPÍTULO III	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. Localización.....	26
3.1.1. Características edafoclimáticas.....	26
3.2. Tipo de investigación.....	26
3.3. Métodos de investigación.	27
3.4. Fuentes de recopilación de información.	27
3.5. Diseño de la investigación.	27
3.6. Instrumentos de investigación.	28
3.7. Tratamientos de los datos.	32
3.7.1. Análisis estadístico	32
3.7.2. Universo y Muestra.	32
3.8. Variables evaluadas.	33
3.8.1. Altura de las plántulas (cm).	33

3.8.2. Diámetro del tallo (cm).....	33
3.8.3. Circunferencia del tallo.....	33
3.8.4. Porcentaje foliar.....	34
3.8.5. Porcentaje de sobrevivencia.....	34
3.9. Recursos humanos y materiales	34
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultados.....	37
4.1.1. Efecto simple de las especies sobre la altura (cm) a los 25, 50 75 y 100 días después del sembrado.....	37
4.1.2. Efecto simple de las especies sobre el diámetro del tallo (cm), a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	40
4.1.3. Efecto simple de las especies sobre la circunferencia del tallo (cm), a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	43
4.1.4. Efecto simple de las especies sobre la variable foliar (%) a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	44
4.1.5. Efecto simple de las especies sobre el porcentaje de sobrevivencia. (%) de las tres variedades de eucalipto en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles.....	47
CAPÍTULO V	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones	52
CAPÍTULO VI.....	53
BIBLIOGRAFÍA	53
6.1. Bibliografía.....	54
CAPÍTULO VII.....	59
ANEXOS.....	59
Anexo 1. Fertilizantes, materiales y equipos utilizados durante el ensayo.....	60
Anexo 2. Proceso de germinación, fertilización y toma de datos dasométricos de las plantas.....	63
Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%.para las variables: altura, diámetro del tallo, circunferencia del tallo, análisis foliar y porcentaje de sobrevivencia a los 100 días después del sembrado en las especies.....	66

Índice de Tablas

Tabla 1. Esquema de abonamiento para viveros de bolsas promedio de 25 kg.....	18
Tabla 2. Características edafoclimáticas del vivero forestal “Los Ángeles”.....	26
Tabla 3. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).....	27
Tabla 4. Dosificación base usada en el vivero forestal “Los Ángeles”.....	29
Tabla 5. Dosificación a usar en base a la dosificación usada por el vivero forestal “Los Ángeles”.....	29
Tabla 6. Los regímenes de fertilización utilizados, considerando las diferentes fases de desarrollo, en la producción de plántulas de <i>Eucaliptus</i> Spp.....	30
Tabla 7. Frecuencias y horarios de irrigación manual utilizados en la producción de las tres variedades de eucalipto.....	30
Tabla 8. Distribución de las unidades experimentales.....	31
Tabla 9. Cuadrados medios de la altura (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.....	37
Tabla 10. Promedios de altura (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	37
Tabla 11. Promedios de altura (cm) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	38
Tabla 12. Cuadrados medios del diámetro del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.....	40
Tabla 13. Promedios del diámetro del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	40
Tabla 14. Promedios del diámetro del tallo (cm) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	41
Tabla 15. Cuadrados medios de la circunferencia del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.....	43

Tabla 16. Promedios de la circunferencia del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	43
Tabla 17. Porcentajes de fertilización en circunferencia del tallo (cm) mediante la prueba de Tukey al 5% en las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	44
Tabla 18. Cuadrados medios del N foliar (%) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.....	45
Tabla 19. Promedios de N foliar (%) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	45
Tabla 20. Promedios de N foliar (%) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.....	46
Tabla 21. Cuadrados medios sobre el porcentaje de sobrevivencia de las tres variedades de eucalipto en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles.....	47
Tabla 22. Promedios de sobrevivencia (%) de las tres variedades de eucalipto bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, en condiciones de vivero.....	47
Tabla 23. Promedios de sobrevivencia (%) bajo el efecto de los regímenes de fertilización en las tres variedades de eucalipto.....	48

Índice de Figuras

Figura 1. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre la altura de las plantas a los 100 días después del sembrado.....	39
Figura 2. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el diámetro del tallo de las plantas a los 100 días después del sembrado.....	42
Figura 3. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el N foliar de las plantas a los 100 días después del sembrado.....	46
Figura 4. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el porcentaje de sobrevivencia de las plantas a los 100 días después del sembrado.....	49

Índice de Anexos

Anexo 1. Fertilizantes, materiales y equipos utilizados durante el ensayo.....	60
Anexo 2. Proceso de germinación, fertilización y toma de datos dasométricos de las plantas.....	63
Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. para las variables: altura, diámetro del tallo, circunferencia del tallo, análisis foliar y porcentaje de sobrevivencia a los 100 días después del sembrado en las especies.....	66

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Crecimiento en plántulas de tres variedades de <i>Eucaliptus</i> Spp., bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, año 2019.			
Autora:	Jeniffer Astrid Plúa Cedeño			
Palabras claves:	Crecimiento	Plántulas	Regímenes	Fertilización
Fecha de publicación:				
Editorial:	FCAMB, Carrera de Ingeniería Forestal; Plúa, J.			
Resumen:	<p>La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento en plántulas de tres especies de <i>Eucaliptus</i> Spp., bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, en el vivero forestal “Los Ángeles” perteneciente a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. Aplicando diferentes regímenes de fertilización de las mezclas químicas completas de nombre comercial (MicroEssentials SZ + interacción de Algamar, Triple 15 N-P-K + interacción de Algamar y Kristalon inicio 13-40-13), los cuales consisten en una mezcla soluble tanto en polvo, como granular compuesta de varios elementos químicos para suplir eficientemente las necesidades del Fósforo, Nitrógeno, Azufre, Zinc, Magnesio y Boro. Ambos productos fueron utilizados para obtener un correcto y acelerado proceso de fertilización, evaluando las diferentes etapas que atraviesan las plántulas durante el proceso de crecimiento, aplicando un diseño estadístico completamente al azar (DCA), que constó de 4 tratamientos y 2 repeticiones. El análisis de varianza (ADEVA) determinó que existieron diferencias significativas entre los productos aplicados. Para la comparación de promedios se aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T1 (51,48%) y T3 (46,06%) y el menor promedio fue para el testigo con (10,40%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Estos resultados demuestran que existen productos que se pueden aplicar en las plántulas a nivel de vivero para obtener mejores promedios de crecimiento.</p>			
Descripción:	68 Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm.			
URL:				

INTRODUCCIÓN

La plantación de árboles ofrece una oportunidad para considerar cuidadosamente la elección de las especies que se van a usar y su procedencia. Mediante la cuidadosa selección de las estrategias de reproducción, es posible conservar y mejorar los recursos genéticos con lo cual aumentan las posibilidades de enfrentar con éxito el cambio en las necesidades de las poblaciones futuras, así como las exigencias ambientales (Palmberg-Lerche, 1998). Debido a que cada especie puede tener diferente respuesta a la aplicación de nutrimentos, particularmente en especies que demandan altas concentraciones, es necesario conocer sus necesidades particulares (Bautista *et al.*, 2018).

Actualmente, una gran proporción de la planta forestal destinada a repoblación es producida en contenedor, sistema productivo que presenta como ventaja la posibilidad de controlar los principales factores que determinan el desarrollo, siendo la nutrición mineral y el riego, los factores más importantes (Landis *et al.*, 1989). La nutrición afecta en gran medida a las características de las plantas obtenidas, influyendo en la respuesta de estas después de su trasplante a campo y pudiendo también existir interacciones entre el tipo de contenedor, época de sembrado y el método de fertilización (Ortega *et al.*, 2005).

La aplicación de fertilizantes en los viveros es una práctica cultural común, que contribuye a obtener planta vigorosa en menor tiempo y, además, a minimizar costos. La absorción nutrimental es dinámica y depende del balance entre los nutrimentos y los patrones de crecimiento, y no necesariamente tiene una relación directa respecto a la concentración de soluciones (Bautista *et al.*, 2018). Por lo tanto, en la etapa de establecimiento, la limitación nutricional de la plántula puede ser causa de insuficiente crecimiento y de predisposición a daños bióticos y abióticos para las plantas objetivo (Gerding *et al.*, 2015).

La estrategia de fertilización para la producción de planta en contenedor (fertilización de base y/o fertirrigación a lo largo del cultivo), va a depender de las plantas a producir, de las condiciones climáticas del vivero y de las infraestructuras y medios disponibles (Landis *et al.*, 1989). La incorporación de fertilizantes de lenta liberación (FLL) al sustrato persigue hacer coincidir la liberación de los nutrientes con el periodo de crecimiento activo de la planta. Este sistema reduce los costos de producción y los riesgos de pérdida de nutrientes

por lixiviado en cultivos a cielo abierto, pero presenta como desventajas la imposibilidad de controlar la concentración y balance de nutrientes en el medio de crecimiento, a la vez que resulta difícil conseguir una distribución uniforme del fertilizante en el sustrato (Ortega *et al.*, 2005).

La fertirrigación de aplicación lineal o exponencial, aunque de más difícil control, suple las carencias del abonado en sustratos con FLL. El incremento exponencial en la aplicación de nutrientes es una modalidad de fertilización que persigue emparejar la adición de nutrientes con los requerimientos de la planta durante el crecimiento exponencial, lo cual induce una condición nutricional estacionaria en las plantas manteniendo una concentración interna de nutrientes relativamente constante durante el crecimiento, y mejora el comportamiento de las plantas una vez transplantadas a campo (Timmer *et al.*, 1991).

Cuando los fertilizantes son aplicados de forma soluble, la asimilación de nutrimentos es rápida, lo que permite un mejor manejo de la nutrición, ya que es más acorde a las necesidades específicas de la planta en cada fase de cultivo; en cambio, la adición de fertilizantes de liberación controlada tarda más tiempo en reflejarse y una vez aplicados no pueden ajustarse (Rose *et al.*, 2004). La eficiencia de la fertilización para evitar pérdidas se logra al fraccionar los nutrimentos aplicados, principalmente nitrógeno y potasio (Bautista *et al.*, 2018).

En el presente proyecto de investigación se evaluó el crecimiento de las plántulas de las tres variedades de eucalipto con diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles, provincia de Los Ríos, con el fin de realizar un buen manejo en la aplicabilidad y dosificación de fertilizantes y obtener plántulas de calidad con la mayor cantidad de sobrevivencia en cada una de las especies seleccionadas.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la empresa Novopan del Ecuador S.A, la parte de los viveros con especies forestales representan un eslabón fundamental para ellos, ya que a través de este medio se busca el aprovisionamiento de plantas para todas las plantaciones que son de propiedad de la empresa o en las cuales se trabaja bajo la modalidad de convenios. Es por esta razón, que el manejo estadístico-evaluativo en el crecimiento de las plántulas y la mejora de regímenes de fertilización en el área de cada vivero a nivel nacional podría garantizar un abastecimiento de plantas significativamente y continuo a largo periodo en las próximas y futuras generaciones.

1.1.1.1. Diagnóstico.

Por lo tanto en base al problema de la presente investigación, se hace necesario realizar investigaciones y aplicabilidad de las técnicas o alternativas de fertilización que mejoren la calidad de vida de las tres especies de eucalipto en condiciones de vivero, para aumentar el desarrollo y nutrición de cada una de ellas, aumentando su diámetro y altura, logrando acortar el tiempo de permanencia en la fase del vivero, y la sobrevivencia de cada plántula mejorando la calidad del sembrado para generar un mejor aporte a la empresa como productores de eucalipto y pino para generar importancia experimental y científica a futuros investigadores sobre los cultivos.

1.1.1.2. Pronóstico.

La adecuada adición de los diferentes tipos de fertilizantes; permitirá mejorar la nutrición de las plántulas de eucalipto, para aumentar la producción e incrementar la calidad en el crecimiento de las mismas, en un menor tiempo posible de fertilización acortando su permanencia en vivero.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Existe relación entre las variedades de *Eucalyptus* Spp. y los regímenes de fertilización en el crecimiento de las plántulas en condiciones de vivero?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuáles son los tipos de fertilizantes que permiten mayor crecimiento en las plántulas de *Eucalyptus* en condiciones de vivero?

¿Cuál de las variedades de *Eucalyptus* alcanzan los mayores promedios de crecimiento entre las plántulas en condiciones de vivero?

1.2. Objetivos.

1.2.1. General.

Evaluar el crecimiento de plántulas de tres variedades de *Eucalyptus* Spp., bajo diferentes regímenes de fertilización en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, año 2019.

1.2.2. Específicos.

- Evaluar el crecimiento de las plántulas de eucalipto en base a la dosificación de fertilizantes a aplicar.
- Determinar cuál de las variedades de *Eucalyptus* Spp., presenta el mayor crecimiento de plántulas a nivel de vivero.
- Determinar el efecto de las interacciones entre las variedades de *Eucalyptus* Spp., y los regímenes de fertilización.

1.3. Justificación.

En el Ecuador existe escasa literatura científica específica, que evalúe el efecto de la fertilización en vivero, por lo que esta investigación será el inicio de un estudio realizado a corto plazo, que se ejecutará en el vivero “Los Ángeles” de la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR S.A., para generar un mejor manejo de fertilización a nivel de vivero y plantaciones definitivas de eucalipto. Dado a que fertilizar la planta en vivero favorece su condición fisiológica y morfológica, lo que contribuye a mejorar su calidad; aspecto fundamental para favorecer la supervivencia y crecimiento inicial después del plantado. Por lo tanto, la nutrición durante el desarrollo de la plántula es de vital relevancia para cumplir lo propuesto. Sin embargo, para comprender la fertilización de especies forestales en el Ecuador, se requiere conocer los componentes físicos, químicos y biológicos, donde van a ser ubicadas las plántulas, sus características y limitantes. Además, se debe entender que la nutrición forestal debe ser balanceada, puntual y necesaria en toda la etapa del desarrollo, lo cual, implica reconocer que existen pérdidas de nutrientes periódicamente en cada planta. Evans (1992) menciona que se ha aumentado la necesidad y el interés por la fertilización forestal, debido al incremento en la demanda de nutrimentos por parte de las especies de crecimiento rápido, lo que conlleva a un agotamiento acelerado de los mismos a largo periodo.

1.4. Hipótesis de la investigación.

H0: ¿La aplicación de diferentes tipos y cantidades en dosis de fertilizantes influye en el comportamiento de las plántulas en condiciones de vivero?

H1: ¿La aplicación de diferentes tipos y cantidades en dosis de fertilizantes No influye en el comportamiento de las plántulas en condiciones de vivero?

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

2.1.1. Viveros forestales.

Los viveros forestales constituyen en el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de las plantas forestales, donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasplantadas al terreno definitivo de la plantación. Las necesidades del vivero en los programas de repoblación, se deben básicamente a que en ellos la inversión económica es mínima en lo referente a preparación de sitio, fertilización y mantenimiento; además, se tiene un mejor control durante el tiempo de reproducción de plantas. Estas plantas deberán tener condiciones morfológicas muy estrictas y se producirán en cantidades importantes por instalación, por lo que se aplicarán técnicas de cultivo específico (Martínez, 2006).

Estas plantas deberán tener condiciones morfológicas muy estrictas y se producirán en cantidades importantes por instalación, por lo que se aplicarán técnicas de cultivo específico. Para que sea económica la producción de material de primera clase destinado al establecimiento de bosques, hay que situar, diseñar y administrar adecuadamente los viveros. Es necesario estudiar con cuidado su ubicación, su topografía, el tipo de suelo, el suministro de agua y la mano de obra, pues todo ello afecta no sólo el costo de la producción sino también la calidad del material y por lo mismo, el éxito de la plantación (Martínez, 2006).

Otro aspecto que debe ser llevado en consideración en la producción de plantas en vivero es la fertilización. Una manera de aumentar su eficiencia podría ser el fraccionamiento de los nutrientes, principalmente, nitrógeno y potasio, para evitar pérdidas. Esa práctica, no obstante, resultaría en mayor costo de operaciones, siendo una alternativa la utilización de fertilizantes de liberación controlada (FCL). Conforme a Bustos *et al.*, (2008), la liberación de nutrientes para las plantas, en una sola aplicación, reduciría problemas de toxicidad y pérdidas por lixiviación. Por otra parte, la utilización de FLC exige la realización de estudios sobre las características de estos productos en el establecimiento de las exigencias nutricionales de las plantas en cada etapa de producción (Carpenedo *et al.*, 2016).

2.1.1. Establecimiento y supervivencia.

El éxito de una plantación depende de variados factores, entre los cuales se pueden mencionar: el clima, el suelo, la especie, debiéndose considerar también la preparación del suelo, la calidad de la planta, la técnica de plantación y los cuidados culturales. De este modo, los resultados obtenidos en una plantación son favorecidos por la preparación de suelo, ya que aumenta la sobrevivencia y favorece el desarrollo de las plantas en sus primeros años de crecimiento (Fresard, 2004).

Otro factor que favorece el desarrollo de las plantas en los inicios de la plantación es la calidad de éstas. Por este motivo en *Eucalyptus* Spp., se recomienda utilizar plantas en contenedor, ya que de este modo la planta experimenta menos problemas de adaptación al lugar donde se establecerán, sufren menor daño al ser transportadas y, además, es posible alargar el período de plantación (Fersard, 2004).

2.1.2.1. Siembra.

La persona que realiza la siembra debe diferenciar en la semilla la plúmula (parte aérea) y la radícula (raíz). Previamente, si fuere necesario debe humedecer el suelo, con el fin de que la plántula encuentre las condiciones necesarias para su desarrollo (Loor, 2008).

La siembra consiste en abrir un hoyo en el centro de la funda de más o menos 4 cm de profundidad, luego colocar la semilla con la plúmula hacia arriba enterrándola ligeramente. Durante esa labor las semillas germinadas deben mantenerse con humedad adecuada evitando su desecación por acción del viento y rayos solares. Un hombre con experiencia puede sembrar entre 2000 a 2500 semillas en un día (Loor, 2008).

2.1.2.2. Época de siembra.

Las condiciones climáticas existentes en el noroccidente del Ecuador, determinan que la mejor época para realizar siembra es al inicio del periodo lluvioso (diciembre-febrero), para aprovechar mejor las precipitaciones de la época, con el objeto de que las plantas encuentren condiciones ideales para su establecimiento (Loor, 2008).

2.1.3. Mantenimiento del vivero.

2.1.3.1. Riego.

En la zona nororiental del Ecuador se realiza en la época seca, que comprende desde junio hasta los primeros días de diciembre. El riego consiste en aplicar alrededor de 0.5 litros de agua por planta/día o por riego. Cuando el verano es demasiado seco los riegos deben realizarse a diario y en horas de menor insolación. Según el tamaño del vivero, el sistema de riego adecuado es el de aspersión. El agua puede ser tomada de un río o pozo con suficiente disponibilidad de líquido que permite realizar un riego adecuado evitando que la presión del agua deje al descubierto las raíces (Loor, 2008).

2.1.3.2. Deshierbas.

La frecuencia de deshierbas depende de las condiciones climáticas, edad de plántulas y malezas existentes; la eliminación de malezas en fundas se realiza manualmente, teniendo cuidado de no lastimar y/o remover las raíces de las plantas. La maleza que crece entre las fundas o contenedores, puede ser eliminada manualmente con el uso del machete o binadora, alternado con la aplicación del herbicida glifosato en dosis de 2 a 4 cc / l de agua, dependiendo de la maleza y su estado de desarrollo, la aplicación se realiza en horas de la mañana usando pantalla si el caso lo amerita (Loor, 2008).

2.1.3.3. Separación de plantas dobles.

Algunas semillas dan origen a más de una planta, las cuales con manejo adecuado son separadas y utilizadas para el establecimiento de la plantación. Según Loor (2008) la separación se realiza cuando las plántulas tengan alrededor de los 3 meses de edad, preferentemente en épocas de mayor precipitación, esta labor se efectúa en las primeras horas de la mañana o por la tarde después de la caída del sol, y consiste en:

1. Realizar un riego abundante a las fundas o contenedores de las cuales se obtendrán las plántulas.
2. Se extraen las plántulas del suelo, se separan y se vuelven a sembrar en fundas o contenedores. Si fuere necesario, se realiza una poda de raíces.

3. Regar inmediatamente después de haber regado hasta que el suelo que suficientemente húmedo.
4. En zonas de alta insolación colocar las plantas bajo un cobertizo construido de hojas, que pueden ser de palma o palmácea que impide el paso del 60% de los rayos solares; después de 20 a 30 días empezar en forma paulatina a eliminar las hojas del cobertizo de tal modo que a los 45 a 50 días las plantas estén totalmente expuestas al sol.
5. Finalmente darles el mantenimiento final hasta que estén listas para su transplante al campo.

2.1.3.4. Raleo.

Entre 5 a 6 meses de edad, las plántulas poseen alrededor de 6 hojas, época en que en sistema de siembras en platabandas se inicia la competencia por luz y espacio físico por lo cual se realiza el raleo que consiste en reubicar las plantas intermedias en los espacios vacíos entre platabandas; esta labor nos permite retirar fundas vacías y plantas deformes y raquílicas, de lento crecimiento, constituyendo esta la primera selección (Loor, 2008).

2.1.4. Género *Eucalyptus* Spp.

El eucalipto se ha construido en un género de gran interés para la industria forestal mundial. Las razones para esto son una adaptabilidad a diversos ambientes y su asombrosa capacidad de crecimiento bajo diferentes condiciones y silvicultura adecuada. Hasta el momento, su uso industrial principal ha sido la producción de celulosa. Su utilización en madera sólida se ha visto limitada por las dificultades de secado y aserrío que presenta, especialmente su susceptibilidad a agrietarse y deformarse; lo que se traduce en menores rendimientos y mayores costos. *Eucalyptus* Spp., es una planta melífera, sus plantaciones son una gran fuente de madera, leña y como cortinas cortavientos para proteger de la erosión eólica a muchos cultivos de interés económicos (Martínez, 2006).

2.1.5. Distribución geográfica y hábitat.

Según Betancourt (1999) esta especie tiene su área de dispersión natural en las comarcas costeras de Queensland y Nueva Gales del Sur, desde los 17° S hasta los 32° S. En cuanto a los límites altitudinales, habita desde el nivel del mar hasta 300m, en Nueva Gales del Sur,

pero alcanza 900 m al norte de Queensland. Es moderadamente resistente a la aridez, bastante resistente al calor y tiene una variabilidad genética moderada. Las temperaturas medianas anuales en su área de distribución, varían de 15° C a 21,1° C, con máximas absolutas de 45,6° C y mínimas absolutas de -5° C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1020 mm y 1780 mm. Es una especie propia de suelos pobres, ligeramente húmedos y arcillosos, drenados, margosos, ligeros y frescos, húmedos-fértiles, pero no encharcados.

2.1.6. Importancia del *Eucalyptus* Spp., en el mundo

El *Eucalyptus* Spp., cada vez cobra mayor importancia para el mundo en desarrollo, posee muchos usos: para madera de aserrío, madera para pulpa, aglomerados, piezas conformadas, postes cortos y largos, para fines ambientales y recreativos, entre otros. Las especies de este género desempeñan un papel importante en la producción de leña como recurso renovable. Una razón de su notable éxito como especie exótica, es su adaptabilidad a una amplia gama de climas, desde los semidesérticos a los templados-fríos. El eucalipto es considerado como una especie de rápido crecimiento, produciendo un elevado porcentaje de biomasa, presenta buena madera, así como sustancias con actividad biológica que han revolucionado la industria farmacéutica actual. Las plantaciones de eucaliptos ofrecen beneficios ambientales semejantes a cualquier tipo de bosque o plantación, así, disminuyen la erosión causada por las lluvias y el viento, aportan minerales al suelo, en ocasiones son empleados como drenantes naturales (Martínez, 2006).

2.1.7 Descripción taxonómica de *Eucalyptus urograndis*.

Reino :	Plantae
Filo :	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Orden :	Myrtales
Familia:	Myrtacea
Género:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>Urograndis</i>

Fuente: Carlos Paillacho (2010).

2.1.7.1. Descripción botánica.

2.1.7.1.1. Copa.

Paillacho (2010) menciona que las hojas que se agrupan agolpadas en los extremos de las ramillas, producen una copa de aspecto poco frondoso.

2.1.7.1.2. Fuste.

Paillacho (2010) afirma que el eucalipto tiene un fuste recto y de forma cilíndrica. La corteza exterior (ritidona) es marrón claro con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa.

2.1.7.1.3. Altura.

Paillacho (2010) menciona que pueden llegar a medir más de 60 m de altura.

2.1.7.1.4. Hojas.

Las hojas jóvenes de los eucaliptos son sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas; contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico, que es un poderoso desinfectante natural (Paillacho, 2010).

2.1.7.1.5. Flores y frutos.

Paillacho (2010) menciona que el eucalipto presenta flores blancas y solitarias con el cáliz y la corona unidos por una especie de tapadera que cubre los estambres y el pistilo, la cual al abrirse, libera multitud de estambres de color amarillo. Los frutos son grandes cápsulas de color casi negro con una tapa gris azulada que contiene gran cantidad de semillas.

2.1.7.2. Topografía y suelos.

Esta especie es propia de los suelos aluvión, poroso, limosos, francos, ligeramente húmedos y arcillosos, drenados, húmedos – fértiles, pero no encharcados. Tiene predilección por los suelos húmedos, pero no crece en las zonas saturadas de agua (Paillacho, 2010).

2.1.7.3. Distribución geográfica.

En el Ecuador el *Eucalyptus urograndis* se encuentra sembrado en la provincia de Esmeraldas en una superficie inicial de 1000 ha en la zona de Muisne Tonchigüe y Sua (Paillacho, 2010).

2.1.8 Descripción taxonómica de *Eucalyptus exserta* F. Muell.

Reino :	Plantae
Filo :	Tracheophyta
Clase :	Magnoliopsida
Orden :	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>Exserta</i>

Fuente: Iris Martínez (2006).

2.1.8.1. Descripción botánica.

2.1.8.1.1. Altura.

Es una especie que puede crecer como un malle a una altura de 5 metros (16 pies) con un lignotuber o como un árbol a una altura de 201 metros (66 pies) (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.1.2. Corteza.

Está cubierto de corteza de color gris áspero, generalmente desde la base hasta las ramas pequeñas. La corteza es dura, fisurada y fibrosa (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.3. Hojas.

Hojas jóvenes opuestas, poco pecioladas; lámina de la hoja estrechamente lanceolada, menos de 1 cm de ancho. Las hojas adultas, que suelen ser ligeramente brillantes a opacas, suelen estar dispuestas de forma alterna. La lámina de la hoja tiene una forma estrechamente lanceolada a lanceolada con una longitud de 6,5 a 18 centímetros (3 a 7 pulgadas) y un ancho de 0,7 a 2,7 cm (0,28 a 1,06 pulgadas) (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.1.4. Flores y frutos.

Produce inflorescencia axilar no ramificadas con flores blancas, seguidas por frutos hemisféricos que miden de 0,2 a 0,7 cm (0,08 a 0,28 pulg.) de largo y de 0,4 a 0,8 cm (0,16 a 0,31 pulg.) de ancho, con un disco elevado y válvulas de extracción. Frutos redondos de color gris/marrón amaderado (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.1.5. Semillas.

De color marrón oscuro a negro, de 0,8 a 1,5 mm de largo, piramidales o cuboides, superficie dorsal picada, terminal hilum (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.2. Topografía y suelos

E. excerta crece en suelos arenosos infértiles como parte de comunidades de bosque de esclerófilos secos (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.8.3. Distribución geográfica.

La especie se encuentra en elevaciones pedregosas y colinas, en gran parte del centro sur y este Queensland, desde la zona este de Charleville hasta la costa y luego se extiende hacia

el norte hasta Mareeba. También, se encuentra en un área pequeña del norte de Nueva Gales del Sur en el Bosque Estatal de Bebo (Elliot *et al.*, 1992).

2.1.9. Descripción taxonómica de *Eucalyptus pellita* F. Muell.

Reino :	Plantae
Filo :	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Orden :	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	<i>Eucalyptus</i>
Especie:	<i>Pellita</i>

Fuente: Luis Ugalde (1997).

2.1.9.1. Descripción botánica

2.1.9.1.1. Copa

Posee una copa ancha y muy ramificada. Cuando crece en roca desnuda más arriba de la playa puede reducirse a un arbusto copudo (Ugalde, 1997).

2.1.9.1.2. Fuste

Su fuste crece recto hasta la mitad de la altura total del árbol (Ugalde, 1997).

2.1.9.1.3. Altura

Es un árbol de tamaño mediano a grande generalmente de 20 a 15 m de altura, aunque en condiciones favorables exceden los 35 m (Ugalde, 1997).

2.1.9.1.4. Hojas

Las hojas juveniles son opuestas y luego sub-opuestas, pecioladas, en ocasiones ligeramente falciformes (Pérez, 2007).

2.1.9.2. Distribución geográfica

Este eucalipto ocurre en las laderas costeras más bajas de Australia. Las poblaciones del norte ocurren desde cerca de la puerta superior de la península de Cabo comprendida entre Cairns y Townsville (entre 12° y 18° de latitud sur), y los del sur de Brisbane hasta el área de la Bahía de Bateman en las costas meridionales de Nueva Gales del Sur (Ugalde, 1997).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Fertilización.

La fertilización en el momento de la plantación de eucalipto es imprescindible, tanto para su arraigo, como para su desarrollo inicial. Del mismo modo del control de la vegetación accesoria tiene una gran influencia sobre los crecimientos del eucalipto, especialmente en antiguos pastizales. La fertilización inicial, seguida de las limpiezas de mantenimiento durante los 2 - 3 primeros años de la plantación, se traducen en incrementos que alcanzan hasta un 250% en altura y diámetro, frente al control no fertilizado, ni limpio (González *et al.*, 1997).

Generalmente, se asocia la necesidad de fertilizar una plantación forestal con la deficiencia de elementos nutritivos en el suelo. Ello es válido sólo en forma parcial, ya que la aplicación de fertilizantes debe considerar todos los factores de fertilidad del suelo: espacio arraigable, régimen de agua, régimen de aire, régimen calórico, y el régimen nutritivo. Una decisión de fertilizar basada únicamente en la evaluación del régimen nutritivo del suelo puede entregar resultados nulos o incluso negativos para el crecimiento, en vez de incrementarlo (Gerding, *et al.*, 2015).

Los abonamientos de las bolsas o contenedores de vivero deben hacerse teniendo en cuenta el nivel de fertilidad del suelo utilizado y debe aplicarse en forma gradual el máximo de dosis de fertilizantes que pueden soportar los plantones sin causarles daños por toxicidad a fin de acelerar su desarrollo (Camino, 2012).

En la Tabla 1 se presenta un esquema general de abonamiento para viveros en bolsas con capacidad promedio de 25 kg de suelo.

Tabla 1. Esquema de abonamiento para viveros de bolsas promedio de 25 kg.

Meses de la siembra	Gramos de nutrientes/ bolsa 25 kg			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
A la siembra	0	20	0	0
1º mes	0.6	1.0	0.5	0.15
2º mes	1.3	2.0	1.0	0.3
3º mes	1.3	2.0	1.0	0.3
4º mes	2.0	3.3	1.5	0.4
5º mes	1.3	2.0	1.0	0.3

Fuente: Camino Katty (2012).

La fertilización con fósforo debe hacerse con fuentes de alta solubilidad, tales como superfosfato triple, hiperfosfato o fosfato de amonio (Camino, 2012). Rojo *et al.* (2011) menciona que debe fertilizarse tres veces durante el ciclo.

2.2.2 Exigencia nutricionales de plantas en etapa de vivero.

Camino (2012) señala que si los nutrimentos necesarios no están disponibles cuando las plantas lo necesitan en cantidades y proporciones adecuadas, el crecimiento y la productividad de la planta se verán afectados negativamente. Cada especie tiene requerimientos particulares de nutrimentos que permitirán un crecimiento y un vigor óptimo; estos requerimientos cambian de acuerdo al crecimiento de las plantas y su desarrollo.

La primera aplicación se realiza a los 60 días de edad, para lo cual, se utilizan 10 gramos por planta de la fórmula a utilizar. La segunda y tercera aplicación se efectúa 120 y 80 días, respectivamente, en igual dosis (Camino, 2012).

La fertilización constituye un medio para abastecer una porción significativa de los nutrientes demandados por las plántulas en los viveros, de tal manera, que el fertilizante de liberación controlada proporcionaría gradualmente los elementos para equiparar las necesidades del crecimiento de las plántulas. Considerando lo anterior, los fertilizantes en tabletas o pastillas, debido a sus características físico-químicas, pueden suministrar adecuadamente los nutrientes que requieren las plántulas en la fase de vivero (Artega *et al.*, 2003).

2.2.3. Dosis y aplicación de fertilizantes.

Para dosificar fertilizantes es necesario conocer la oferta de los elementos nutritivos que tiene el suelo. Tal oferta depende de la cantidad de suelo disponible para el arraigamiento (profundidad, densidad aparente pedregosidad, etc.), la arraigabilidad (volumen de suelo efectivamente explorado por las raíces), y disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo (análisis químico-nutritivo del suelo). De acuerdo con la dinámica del crecimiento de la plantación la demanda de elementos nutritivos va variando de año en año (Gerding *et al.*, 2015).

De acuerdo con el diagnóstico nutritivo mediante análisis químico del suelo (acompañado de análisis foliar cuando sea pertinente), las dosis se calculan según el método racional (Gerding *et al.*, 2015).

$$\text{Dosis} = \frac{\text{Demanda de la plantación} - \text{Oferta del suelo}}{\text{Eficiencia de la fertilización}}$$

Por lo tanto, las necesidades de fertilización se presentan para los elementos de nitrógeno, fósforo y potasio; frecuentemente, el boro también es deficiente en suelos pobres o erosionados (Gerding *et al.*, 2015). Sin embargo, las nuevas tendencias de fertilización incluyen fertilizantes de liberación controlada (nombres comerciales comunes, por ejemplo: Basacote, Osmocote). Estos productos presentan mayor eficiencia, menores riesgos de toxicidad para las plantas y menores riesgos de contaminación de las aguas, porque liberan los nutrientes según las condiciones de humedad y temperatura del suelo, dependientes del clima, en períodos determinados por el fabricante (por ejemplo: 3, 6, 9 0 12 meses) para favorecer su absorción según la demanda de la planta. La mayoría de estos

fertilizantes contiene una mezcla química de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y existen muchas combinaciones con otros elementos al igual que gran variedad de proporciones de elementos en las mezclas. La dosis de establecimiento puede variar entre 10 y 30 gramos por planta (Gerding *et al.*, 2015).

2.2.4. Aplicación de fertilizantes.

La aplicación de fertilizantes puede incidir significativamente en los costos del establecimiento de la plantación. Por ello, es importante equilibrar una correcta aplicación con el mínimo de costos (Gerding *et al.*, 2015).

Los fertilizantes hidrosolubles de uso común en la agricultura (como urea, superfosfato triple, sulfato de potasio, fertilizantes de entrega controlada) pueden ser aplicados desde el momento del establecimiento y hasta la fecha tal que asegure suficiente humedad en el suelo. Por ello, la fecha límite para aplicar fertilizantes varía según el clima de la zona. En todo caso, no se debe fertilizar durante el período seco que impida la solución de los fertilizantes (Gerding *et al.*, 2015).

Cuando se aplican mezclas de fertilizantes es necesario considerar que existen incompatibilidades entre algunos de ellos, y, por lo tanto, no deben ser mezclados antes de aplicarlos o bien pueden ser mezclados solamente al momento de aplicarlos. Dicha incompatibilidad química de los productos fertilizantes puede generarse por los siguientes fenómenos que ocurren en la mezcla: desarrollo de calor, desarrollo de humedad, producción de gas, compactación y aumento de higroscopicidad (Gerding *et al.*, 2015).

2.2.5. Mezclas de fertilizante.

Las mezclas se hacen mezclando fertilizantes simples. Pueden ser preparadas según las proporciones específicas para adaptarse a un requisito de nutriente en particular. Las mezclas hacen posible que los principales elementos macronutrientes sean aplicados juntos, reduciendo así el costo y el número de rondas de aplicación. Existen compañías de fertilizantes que producen mezclas según especificaciones requeridas individualmente. En las plantaciones, los fertilizantes simples se pueden mezclar antes de aplicarlos. Una mezcla homogénea se podría obtener utilizando una mezcladora de cemento, según se

demostró en una prueba llevada a cabo por Ebor Research. Los resultados indicaron un ahorro positivo en la mano de obra, el tiempo y el costo de aplicación cuando se utilizan mezclas de igual peso a las aplicaciones fraccionadas normales de varios fertilizantes simples. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un trabajo adicional para evaluar la logística de mezclar fertilizantes simples comercialmente a nivel de plantación (Tang *et al.*, 2000).

En general los fertilizantes que van a ser mezclados tienen que ser compatibles, tanto química como físicamente. No debe haber pérdida gaseosa, ni disminución alguna en la disponibilidad de los nutrientes, ni apelmazamiento debido a reacción química. Los materiales alcalinos como la cal o la escoria básica no deben ser mezclados con fertilizantes nitrogenados, ya que la amonía se perderá. Los nitratos absorben humedad y hacen que la mezcla polvorosa sea pegajosa. Se puede volver muy difícil de esparcir. Las propiedades físicas, tales como el tamaño y la densidad de las partículas también deben ser compatibles para evitar segregación durante el transporte y el esparcimiento. En vista de que es posible que las mezclas se asienten al ser almacenadas más de unos pocos días, es mejor preparar sólo la cantidad que pueda ser aplicada inmediatamente (Tang *et al.*, 2000).

2.2.6. Momento adecuado para fertilizar especies en crecimiento.

Pillacho (2010) afirma que el momento adecuado para fertilizar es el establecimiento ya que en esta etapa se vigoriza las plantas amortiguando el efecto del shock plantación, además, se estimula el crecimiento para superar la competencia de las malezas; y en el cierre de las copas porque se vigoriza las plantas y se estimula el crecimiento, evitando depresiones y daños fisiológicos y al mismo tiempo adelanta el primer aclareo.

En Brasil, al fertilizar con nutrientes poco móviles (P, Y, Zn) se realiza al momento de plantación. La fertilización con nutrientes móviles (N, K, Y, B) se inicia a los dos o tres meses de la plantación, se hacen dos o tres aplicaciones hasta los 18- 24 meses de edad. Cuando los niveles de Ca y Mg en el suelo son bajos se hace una fertilización pre-plantación (Pillacho, 2010).

2.2.7. Fertilizantes primarios importantes

a) Nitrógeno

González (2001) menciona que el nitrógeno es un constituyente esencial de todos los tejidos vegetales, ya que es un mineral absorbido por las plantas en mayor cantidad porque es el componente principal de las sustancias proteicas y desempeña un papel de máxima importancia en el desarrollo y funcionamiento del protoplasma en las estructuras vegetales, ya además de la clorofila, los nucleótidos, fosfátidos y alcaloides, así como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas. El nitrógeno hace a las plantas de color verde oscuro y más suculentas; también hace que las células sean más grandes con paredes celulares más delgadas.

b) Fósforo

Según González (2001), el fósforo es de gran importancia para el crecimiento de las plantas, como los ácidos nucleicos, las lecitinas, los nucleótidos con papel de factores enzimáticos, los fosfolípidos, además de estar comprendidos en la molécula de muchas otras sustancias como los fosfoglúcidos, su función es fundamental en el metabolismo energético. También menciona que encontraron que la asimilación del fósforo se favorece cuando hay un buen nivel de materia orgánica y de fósforo en el suelo. El efecto más evidente del fósforo se observa sobre el sistema de raíces de la planta; fomenta la formación de raíces laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de la absorción de nutrimentos. Además, hace mayor la resistencia a las enfermedades de las plantas.

c) Potasio

González (2001) describe al potasio como un elemento mineral sumamente importante, ya que incrementa la eficacia de la hoja para elaborar azúcares y almidón. Ayuda a mantener la permeabilidad de la célula, ayuda al traslado del lugar de los carbohidratos y hace que el hierro sea más móvil en la planta. Aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades. Es un activador de muchas de las enzimas que activan los aminoácidos y la síntesis de las proteínas.

2.2.8. Fertilización y crecimiento en plantaciones del género *Eucalyptus* Spp.

La fertilización es una de las técnicas más eficientes para aumentar la supervivencia y acelerar el crecimiento, tanto de la planta en vivero como de las masas de los eucaliptos una vez establecidos en el campo. Los beneficios que una fertilización puede generar son muchos, al agregar los nutrientes que se encuentran ausentes o en baja concentración en el suelo. En los inicios de una plantación es necesario un adecuado abastecimiento de nutrientes, ya que es en esta época donde se desarrollan las raíces, ramas y follajes, tejidos de alta demanda nutritiva (Acosta, 2008).

En la primera etapa, los elementos nutritivos necesarios para el normal desarrollo de la plantación se obtienen únicamente desde las reservas del suelo, hasta el cierre de copas, donde comienza el reciclaje. La respuesta de los árboles a los fertilizantes depende de la edad, estado de desarrollo y competencia que presenta la plantación (Acosta, 2008).

Otro de los factores que inciden en el crecimiento y desarrollo de la planta es la nutrición; en este sentido, el nitrógeno es el elemento más relevante. De hecho, las formulaciones usadas en los programas de fertilización se realizan con base en ese nutrimento o en las relaciones entre los macro nutrimentos (Bernaola *et al.*, 2015).

2.2.9. Importancia de la aplicación de fertilizantes en las plantas de vivero, en distintas especies de *Eucalyptus* Spp.

La aplicación de fertilizantes en los viveros es una práctica cultural común, que contribuye a obtener planta vigorosa en menor tiempo y, además, a minimizar costos. La absorción nutrimental es dinámica y depende del balance entre los nutrimentos y los patrones de crecimiento, y no necesariamente tiene una relación directa respecto a la concentración de las soluciones. Cuando estos fertilizantes son aplicados de forma soluble, la asimilación de nutrimentos es rápida, lo que permite un mejor manejo de la nutrición, ya que es más acorde a las necesidades específicas de la planta en cada fase de plantado; en cambio, la adición de fertilizantes de liberación controlada tarda más tiempo en reflejarse y una vez aplicados no pueden ajustarse. La eficiencia de la fertilización para evitar se logar al fraccionar los nutrimentos aplicados, principalmente nitrógeno y potasio (Bautista *et al.*, 2018).

2.2.10. Métodos adecuados de fertilización.

Según Bautista *et al.* (2018) la fertilización debe hacerse con base en el desarrollo de la planta en vivero, ya que las proporciones requeridas de los tres principales macro nutrientes (N-P-K) varían en función de la fase de crecimiento, que son:

- **Fase de establecimiento:** Comprende desde la germinación hasta la aparición de las primeras acículas verdaderas, luego le sigue;
- **Fase de crecimiento rápido:** Cuando la plántula crece a una tasa exponencial y el tallo se aproxima a la altura objetivo; finalmente,
- **Fase de endurecimiento:** Comienza cuando la planta termina el crecimiento de su parte aérea y la energía es redirigida al crecimiento en diámetro y raíz.

2.2.11. Fertirrigación-Nutrigación.

Se denomina NutrigaciónTM (fertirrigación) a la aplicación de nutrientes a través de sistemas de riego. La incorporación de fertilizantes solubles en el agua de riego facilita la integración y armonización entre la aplicación de agua y nutrientes para las plantas. El uso de la Nutrigación implica ofrecer una adecuada cantidad de agua y nutrientes de forma directa a la zona de la raíz de la planta para satisfacer sus demandas durante las distintas etapas de crecimiento (Guerra *et al.*, 2007).

La tasa de aplicación diaria de nutrientes a través de la Nutrigación/fertirrigación es cambiante durante todo el periodo de desarrollo del cultivo y se planifica para seguir la demanda diaria de la planta de acuerdo a su ritmo de absorción de nutrientes (Guerra *et al.*, 2007).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

El trabajo experimental se llevó a cabo en el vivero forestal “Los Ángeles” perteneciente a la empresa Novopan Del Ecuador S.A, ubicado en la parroquia Patricia Pilar, recinto Los Ángeles, provincia de los Ríos.

3.1.1. Características edafoclimáticas.

En la (Tabla 2) se describe las características edafoclimáticas del vivero Forestal “Los Ángeles”, perteneciente a la empresa Novopan Del Ecuador S.A, ubicado en la parroquia Patricia Pilar, recinto Los Ángeles, provincia de los Ríos.

Tabla 2. Características edafoclimáticas del vivero forestal “Los Ángeles”

Zona ecológica	bh- T
Altitud	139 msnm
Precipitación anual	326,45 mm/año
Temperatura promedio anual	29,7 °C
Humedad relativa	86,6 %
Topografía	Irregular

Fuente: Gallardo (2018).

3.2. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo diagnóstica y se llevó a cabo mediante la compilación de información, usando técnicas de información bibliográfica y de campo.

3.3. Métodos de investigación.

Para llevar a cabo la presente investigación se aplicó los métodos descritos a continuación:

- Método de observación
- Método analítico
- Método evaluativo

3.4. Fuentes de recopilación de información.

La presente investigación se realizó en base a información obtenida por medio de fuentes secundarias.

3.5. Diseño de la investigación.

El presente estudio se desarrolló siguiendo un diseño completamente al azar (DCA), en esquema factorial donde fueron aleatorizados cuatro regímenes de fertilización con bancales subdivididos para determinar si existe una diferencia significativa o no entre los tratamientos planteados, por medio del análisis de varianza del ADEVA (Tabla 3); obteniendo un total de 3 dosis de los tratamientos + 1 testigo por especie, con 2 repeticiones dando como resultado final 40 unidades experimentales.

Tabla 3. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).

FV	GL
Total	$r \cdot t - 1$
Bancales	$r - 1$
Tratamientos	$t - 1$
Error experimental	$(r - 1)(t - 1)$

3.6. Instrumentos de investigación.

1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Aplicación de diferentes regímenes de fertilización para las tres variedades de eucalipto.

a) Reconocimiento del lugar de trabajo

En la empresa Novopan Del Ecuador S.A. existen varias áreas designadas para cada etapa del desarrollo de las plantas desde el momento de su establecimiento hasta el momento de su emersión y desarrollo, ya sean éstas clónales o no clónales. Por lo tanto, para llevar a cabo los ensayos se utilizó una pequeña parte del área de la Casa de Malla del vivero forestal, para el establecimiento de las unidades experimentales de la presente investigación.

b) Establecimiento de las unidades experimentales

Para llevar a cabo la aplicación de la fertilización, se necesitó mantener organizada y limpia el área para el establecimiento de los ensayos experimentales, para de tal modo, realizar el fertiriego de los mismos, debido a que se realizó de forma manual a partir de los 15 días de emersión de las tres variedades de eucalipto, teniendo un distanciamiento aproximado de 50 cm de altura con ayuda de una ducha fina o bomba de fumigar, para que el agua caiga en forma suave, evitando que el agua caiga con fuerte impacto, ocasionando el lavado del sustrato y con ello se extraiga la semilla fuera del almacigo o funda, o exponga la raíz de la plántula al descubierto. Por lo tanto, el fertiriego se realizó en una cantidad bastante necesaria con la finalidad de que llegue hasta la raíz y no sea un riego superficial.

c) Determinación de los tratamientos (Dosificación).

Se estableció la dosificación y los tratamientos a partir de la dosificación base usada en el vivero forestal “Los Ángeles” perteneciente a la empresa Novopan Del Ecuador S.A., la cual se detalla a continuación en la (Tabla 4).

Tabla 4. Dosificación base usada en el vivero forestal “Los Ángeles”

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD
Receta exclusiva de NOVOPAN S.A.	Miligramos (mg)/l comercial	1 670,00

En base a la dosificación usada en el vivero “Los Ángeles”, se establecieron los siguientes tratamientos para los ensayos detallados a continuación en la (Tabla 5):

Tabla 5. Dosificación a usar en base a la dosificación usada por el vivero forestal “Los Ángeles”

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4 (Testigo)
N.P.K Triple 15= 3g/l agua	Kristalon™ inicio 13-40-13= 3g/l agua	MicroEssentials SZ= 3g/l agua	Receta exclusiva de Novopan del Ecuador S.A

d) Fertilización por medio de riego

Considerando la emergencia lenta de las plántulas, las bandejas conteniendo a estas permanecieron dentro de un invernadero, posteriormente fue realizado el raleo, dejando una planta completamente desarrollada por contenedor. Pasado 10 días después de la siembra, las plantas fueron seleccionadas y clasificadas de acuerdo a su altura, y dispuestas en forma alternada en los contenedores que fueron distribuidos aleatoriamente para luego a los 15 días de dicha clasificación ser sometidas a las diferentes láminas de irrigación en área abierta del vivero “Los Ángeles”.

Tabla 6. Los regímenes de fertilización utilizados, considerando las diferentes fases de desarrollo, en la producción de plántulas de *Eucalyptus* Spp., se presentan a continuación:

REGÍMENES DE FERTILIZACIÓN	Tiempo (días)			
	0 a 30	31 a 60	61 a 110	
	Láminas de irrigación (mm/8 días)			
I-1	1	1	1	1
I-2	1	2	2	2
I-3	1	1	2	2
I-4	2	2	2	2

Fuente: Brucker *et al.* (2017).

Los tratamientos I-1, I-4 permanecieron los 100 días en las mismas líneas de irrigación, mientras el tratamiento I-2 pasó por cambios de línea de irrigación a los 50 días. Seguido del tratamiento con el régimen de fertilización I-3 que pasó por un cambio de láminas a los 75 días (Tabla 6).

El tiempo necesario de irrigación aplicado en las láminas previstas, se realizó por medio de bombeo o riego manual, siguiendo el método descrito por Salassier *et al.* (2006). De acuerdo a esta prueba, las láminas efectivas de agua utilizadas 1 y 2 mm día, definidas con base a investigaciones desarrolladas por López *et al.* (2007) y Dutra *et al.* (2016), serán distribuidas en diferentes frecuencias y horarios diarios, buscando optimizar la automatización del sistema de bombeo manual de irrigación (Tabla 7).

Tabla 7. Frecuencias y horarios de irrigación manual utilizados en la producción de las tres variedades de eucalipto.

Lámina de agua (mm día ⁻¹)	Frecuencia (veces/día)	Cantidad (mm/8 días) en cada aplicación/ Horario de irrigación	Duración de cada irrigación (min.)
1	1	1/10 h	2
2	2	1/10 h	2
		1/13 h	3

Fuente: Brucker *et al.* (2017).

e) Sorteo y aplicación del diseño estadístico (Diseño completo al azar).

De esta manera, evaluando las diferentes láminas de irrigación, el estudio se desarrolló; (de julio a septiembre del 2019), siguiendo un diseño experimental completamente al azar (DCA), en esquema factorial donde fueron aleatorizados de la siguiente manera (Tabla 8):

Tabla 8. Distribución de las unidades experimentales.

UNIDADES EXPERIMENTALES						
E2/R1	E5/R2	E3/R1	E6/R2	E4/R2	E1/R1	E7/T
E1/R1	E3/R1	E6/R2	E2/R1	E4/R2	E7/T	E5/R2
E6/R2	E4/R2	E5/R2	E7/T	E1/R1	E3/R1	E2/R1

2. Para el cumplimiento del segundo objetivo de evaluación de desarrollo y nutrición de las plantas de eucalipto en base a la dosificación de fertilizantes a aplicar.

Se realizó un análisis estadístico, evaluando periódicamente los niveles de crecimiento de las plántulas por efecto de los diferentes regímenes de fertilización en las tres variedades de eucalipto descritas a continuación:

- *Eucalyptus urograndis*
- *Eucalyptus pellita*
- *Eucalyptus exserta*

3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Determinar que especie de eucalipto obtendrá el mayor desarrollo mediante el proceso de fertilización.

Se llevó a cabo el análisis estadístico de acuerdo a los 3 tratamientos aplicados + 1 testigo, para determinar que existe diferencia estadística significativa o no entre dichos tratamientos por cada especie de eucalipto a tratar.

3.6.1. Factores en estudio.

3.6.1.1. Especies

- *Eucalyptus urograndis*
- *Eucalyptus pellita*
- *Eucalyptus exserta*

3.6.1.2. Fertilizantes

- Fertilizante 1
- Fertilizante 2
- Fertilizante 3
- Testigo

3.7. Tratamientos de los datos.

3.7.1. Análisis estadístico

Los datos se provinieron de las variables estudiadas y fueron sometidos al análisis de varianza ADEVA, mientras que para obtener el análisis funcional se aplicó la prueba de Tukey al 5% para poder determinar diferencias estadísticas significativas o no entre los tratamientos.

3.7.2. Universo y Muestra.

Para llevar a cabo el tamaño de la muestra se seleccionó aleatoriamente ocho (8) plantas por cada tratamiento a comparar, a los (25, 50, 75, 100 días), durante los cuales se evaluaron las variables de: altura, diámetro, circunferencia de tallo, número de hojas y porcentaje de sobrevivencia de las plántulas.

3.8. Variables evaluadas.

Los datos para el proyecto de investigación se tomaron desde el 30 de Julio al 13 de octubre del 2019, en función de las siguientes variables:

3.8.1. Altura de las plántulas (cm).

Se utilizó una regla graduada en centímetros para realizar la medición desde la superficie del suelo, hasta las hojas superiores más jóvenes en proceso de apertura (ápice de la planta). Se evaluaron periódicamente cuatro plántulas por cada repetición de cada unidad experimental de los ensayos, a partir de los 25 días de siembra previa a la aplicación de los fertilizantes

3.8.2. Diámetro del tallo (cm).

El diámetro se midió utilizando un calibrador manual a una altura de 5 cm sobre la base de la plántula; ésta actividad fue evaluada periódicamente cada 25 días previa a la fertilización.

3.8.3. Circunferencia del tallo.

Se calculó la circunferencia del tallo a través de la siguiente fórmula:

$$C = D * \pi$$

Dónde:

C= Circunferencia del tallo

D= diámetro del tallo

π = 3.1416

3.8.4. Porcentaje foliar.

Se contó el número total de las hojas de forma manual, separando una a una para una mejor contabilización desde la parte inferior, hasta la parte superior (parte aérea), para determinar el porcentaje total de materia foliar de cada plántula por tratamiento.

3.8.5. Porcentaje de sobrevivencia.

Se contó el número total de plántulas por cada tratamiento, y se calculó el porcentaje de sobrevivencia utilizando la fórmula propuesta en la investigación “Evaluación de Propagación de Morera (*Morus indica* var. Kanva)”, modificada por Chandi, L. (2008) y adaptada para plantas de eucalipto en vivero, cuya fórmula es:

$$\%Sv = \frac{\text{N}^\circ \text{ plantas total}}{\text{N}^\circ \text{ plantas sembradas}} \times 100$$

Dónde:

%Sv= Porcentaje de sobrevivencia de plantas.

Nº Plantas total= número de plantas existentes en cada tratamiento al momento de la evaluación.

Nº Plantas sembradas= número de plantas sembradas.

3.9. Recursos humanos y materiales

3.9.1. De campo

- GPS
- Libreta
- Lapiceros
- Botas
- Guantes

3.9.2. De oficina

- Computadora
- Pendrive
- Impresora
- Hojas A4
- Carpeta

3.9.3. Insumos

- N.P.K Triple 15
- KristalonTM inicio 13-40-13
- MicroEssentials SZ
- Algamar

3.8.4. Software

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- ArcGis 10.2

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Efecto simple de las especies sobre la altura (cm) a los 25, 50 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis estadístico realizado a la variable altura de las plantas se aprecia diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las especies, a los 25, 50 y 75 días; mientras que a los 100 días después del sembrado no se encontraron diferencias significativas (Tabla 9). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 6,95 y 16,88% valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos. Por lo tanto, el mejor promedio en altura fue para la especie *E. exserta* y el menor promedio fue para *E. pellita* (Tabla 10).

Tabla 9. Cuadrados medios de la altura (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.

F.V.	Cuadrados medios de la altura de la planta			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Factor A	0,64 **	24,89 *	67,61 *	42,63 ns
Factor B	3,68 **	38,25 *	155,57 **	270,41 *
Interacción A x B	2,46 **	32,91 *	120,39 **	179,30 *
Error experimental	0,11	12,41	20,22	88,46
C.V (%)	6,95	16,74	16,88	13,38

Ns= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo

Tabla 10. Promedios de altura (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Especies	Promedios de altura en plantas			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
<i>Eucaliptus pellita</i>	6,23 a	22,59 ab	32,26 a	45,78 a
<i>Eucaliptus urograndis</i>	5,60 a b	22,43 ab	27,61 b	48,29 a
<i>Eucaliptus exserta</i>	5,49 b	26,83 a	35,80 a	52,25 a

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.1.1. Efecto simple de los fertilizantes sobre la altura (cm) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis estadístico realizado a la variable altura de las plantas, determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los fertilizantes. Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, los mejores promedios en altura fueron para los tratamientos T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) y T3 (Kristalon Inicio 13-40-13). Mientras que el menor promedio fue para el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado (Tabla 11).

Tabla 11. Promedios de altura (cm) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Fertilizantes	Promedios de altura por fertilización			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Fertilizante 1	5,96 a	22,55 a	28,94 a b	51,48 a
Fertilizante 2	3,92 b	23,53 a	25,33 b c	29,07 b
Fertilizante 3	5,59 a	25,34 a	34,84 a	46,06 a
Testigo	3,55 b	18,75 b	22,65 c	27,04 b

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.1.2. Efecto de las interacciones entre las especies y los fertilizantes sobre la altura de las plantas, a los 100 días después del sembrado.

Se observó que a los 100 días después del sembrado, si hubo significancia entre las interacciones (Plantas + fertilizantes), donde se observó; que los tratamientos T3 (Kristalon Inicio 13-40-13) y T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) en las especies *E. exserta* y *E. urograndis* fueron las de mejor promedio. Mientras que el menor promedio fue para el testigo en las tres variedades de eucalipto (Figura 1).

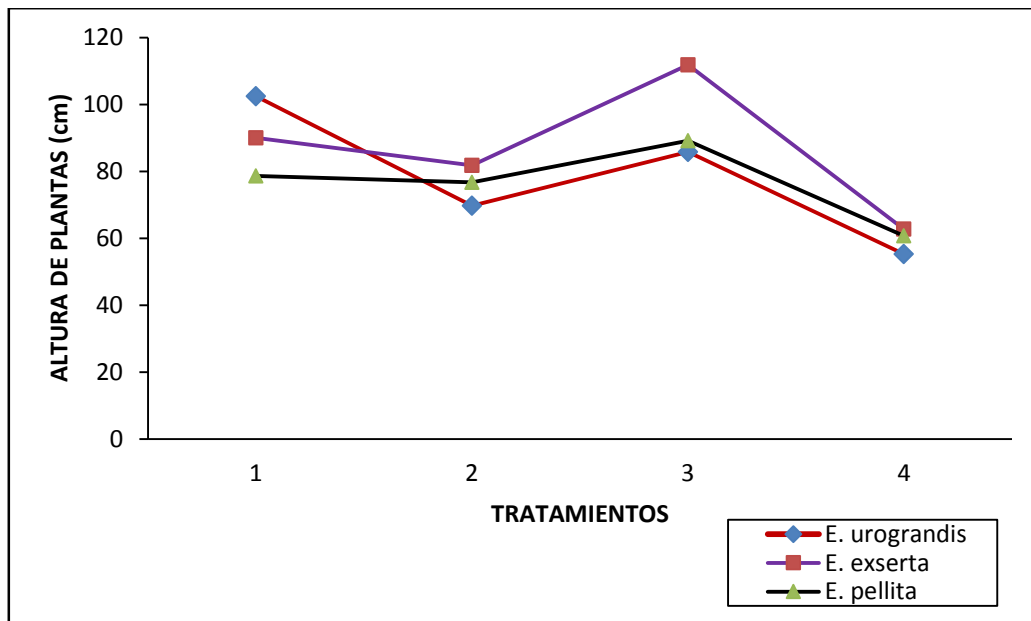


Figura 1. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre la altura de las plantas a los 100 días después del sembrado.

Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los resultados obtenidos por Bautista *et al.* (2018); los cuales presentaron promedios de altura más bajos con un intervalo de 29,1 a 31,6 cm, a mayor tiempo evaluativo (134 días) de iniciar los regímenes de fertilización. Rodríguez (2008) indica que una planta con altura 25 cm y diámetro al cuello menor a 4mm es más susceptible a sufrir daños por viento.

Esto demuestra que no siempre el aumento de las dosis de nutrientes se refleja en mayor crecimiento. Este comportamiento de la variable altura con respecto a las dosis de mayor aplicación indica que más importante es proporcionar a la planta los nutrimentos en un balance adecuado, que suministrar dosis elevadas como propone Flores (2010).

4.1.2. Efecto simple de las especies sobre el diámetro del tallo (cm), a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis estadístico realizado a la variable diámetro del tallo de las plantas se aprecia diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las especies, a los 50, 75 y 100 días, mientras que a los 25 días después del sembrado no se encontraron diferencias significativas (Tabla 12). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 6,64 y 18,89%, valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos. Por lo tanto, el mejor promedio en diámetro del tallo fue para la especie *E. pellita* y el menor promedio fue para *E. exserta* (Tabla 13).

Tabla 12. Cuadrados medios del diámetro del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.

F.V.	Cuadrados medios del diámetro del tallo			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Factor A	0,00 ns	2,6E-03 **	3,6E-03 **	0,01 **
Factor B	3,3E-04 *	3,3E-03 **	0,01 **	0,01 **
Interacción A x B	0E-04 *	3,0E-03 *	0,01 **	0,01 **
Error experimental	1,7E-04	5,8E-04	4,5E-04	9,5E-04
C.V (%)	18,89	9,31	6,64	6,72

Ns= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo

Tabla 13. Promedios del diámetro del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Especies	Promedio del diámetro del tallo en plantas			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
<i>Eucaliptus pellita</i>	0,08 a	0,29 a	0,37 a	0,53 a
<i>Eucaliptus urograndis</i>	0,08 a	0,29 a	0,36 a	0,50 a b
<i>Eucaliptus exserta</i>	0,08 a	0,24 b	0,31 b	0,46 b

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.2.1. Efecto simple de los fertilizantes sobre el diámetro del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis de varianza realizado al diámetro de las plantas, se determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los fertilizantes. Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, los mejores promedios en diámetro del tallo fueron para los tratamientos T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) y T3 (Kristalon Inicio 13-40-13). Mientras que el menor promedio fue para el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado (Tabla 14).

Tabla 14. Promedios del diámetro del tallo (cm) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Fertilizantes	Promedios del diámetro del tallo por fertilizante			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Fertilizante 1	0,08 a	0,28 a	0,33 a	0,52 a
Fertilizante 2	0,06 a b	0,25 a	0,34 a	0,40 b
Fertilizante 3	0,08 a	0,27 a	0,36 a	0,48 a b
Testigo	0,05 b	0,21 b	0,29 b	0,38 c

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.2.2. Efecto de las interacciones entre las especies y los fertilizantes sobre la altura de las plantas, a los 100 días después del sembrado.

Se observó que hubo respuestas positivas a los 100 días en las dosis aplicadas en los regímenes de fertilización de los tratamientos T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) y T3 (Kristalon Inicio 13-40-13) en la especie *E. exserta* obteniendo el mayor rango de significación entre interacciones. Mientras que el menor promedio fue para el testigo en las tres variedades de eucalipto (Figura 2).

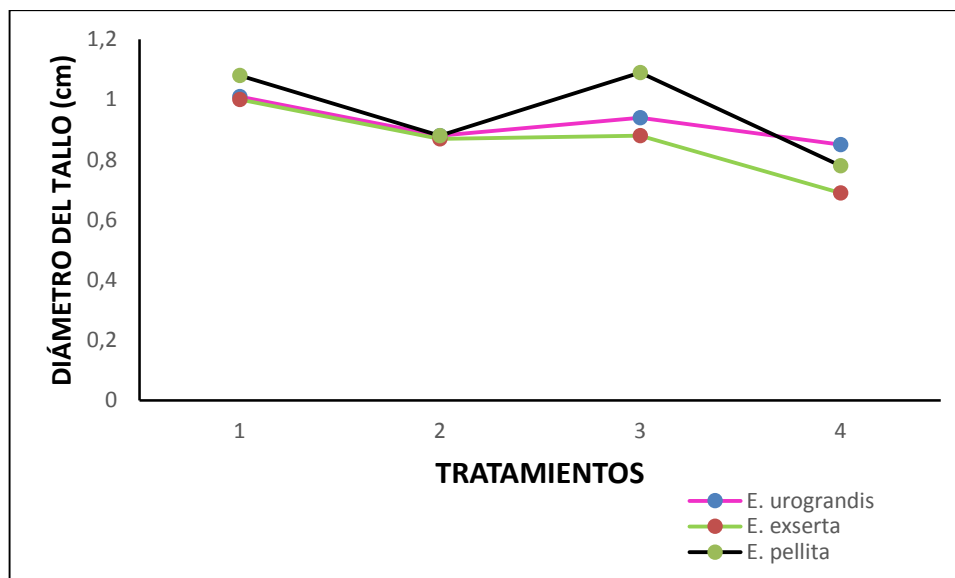


Figura 2. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el diámetro del tallo de las plantas a los 100 días después del sembrado.

Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los resultados obtenidos en el estudio realizado por Camino (2012); sobre el “Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el crecimiento vegetativo de caucho (*Hevea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), en etapa de vivero en la zona de San Domingo”, que reportó que no hubo respuesta positivas a las aplicaciones de fertilización del N en el diámetro del tallo, ya que las plantas que no recibieron fertilización de N tuvieron promedios más altos de 5,82 y 10,84cm de diámetro, tanto a los 120 y 210 días después del sembrado. Un efecto contrario fue el reportado por Owen *et al.* (1957) quien no tuvo un incremento significativo en la circunferencia del tallo mediante la aplicación aislada de N, al aplicar N asociado a K, observó un incremento significativo en la circunferencia del tallo se las plantas.

Por lo tanto, el diámetro promedio garantizará la sobrevivencia en el campo de las mismas, además de ser un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz de las plántulas (Mexal y Landis, 1990).

4.1.3. Efecto simple de las especies sobre la circunferencia del tallo (cm), a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis de varianza realizado a la circunferencia del tallo se aprecia diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las especies, a los 50, 75 y 100 días; mientras que a los 25 días después del sembrado no se encontraron diferencias significativas (Tabla 15). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 6,56 y 18,01%, valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos. Por lo tanto, el mejor promedio en circunferencia del tallo fue para la especie *E. pellita* y el menor promedio fue para *E. exserta* (Tabla 16).

Tabla 15. Cuadrados medios de la circunferencia del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

F.V	Cuadrados Medios de la circunferencia del tallo			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Factor A	0,00 ns	0,02 **	0,04 **	0,04 **
Factor B	3,0E-03 *	0,03 **	0,07 **	0,11 **
Interacción A x B	1,8E-03 *	3,03 **	0,05 **	0,09 **
Error experimental	1,5E-03	0,01	4,3E-03	0,01
C.V (%)	18,01	9,32	6,59	6,56

Ns= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo

Tabla 16. Promedios de la circunferencia del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Especies	Promedios de circunferencia del tallo en plantas			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
<i>Eucaliptus pellita</i>	0,25 a	0,90 a	1,15 a	1,68 a
<i>Eucaliptus urograndis</i>	0,25 a	0,91 a	1,13 a	1,59 a
<i>Eucaliptus exserta</i>	0,25 a	0,77 a	0,98 b	1,49 a

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.3.1. Efecto simple de los fertilizantes sobre la circunferencia del tallo (cm) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis de varianza realizado a la circunferencia del tallo de las plantas, se determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) en los fertilizantes. Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, los mejores promedios en circunferencia del tallo fueron para los tratamientos T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) y T3 (Kristalon Inicio 13-40-13). Mientras que el menor promedio fue para el testigo a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado (Tabla 17).

Tabla 17. Porcentajes de fertilización en circunferencia del tallo (cm) mediante la prueba de Tukey al 5% en las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Fertilizantes	Promedios de circunferencia del tallo por fertilización			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Fertilizante 1	0,24 a	0,87 a	1,03 a	1,63 a
Fertilizante 2	0,20 a b	0,80 a	1,08 a	1,25 b
Fertilizante 3	0,25 a	0,85 a	1,14 a	1,54 a
Testigo	0,18 b	0,75 b	0,97 b	1,05 c

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.4. Efecto simple de las especies sobre la variable foliar (%) a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis de varianza realizado al N foliar de las plantas se aprecia diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las especies, a los 50, 75 y 100 días; mientras que a los 25 días después del sembrado no se encontraron diferencias significativas (Tabla 18). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 6,61 y 19,01%, valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos. Por lo tanto, el mejor promedio en N. foliar fue para la especie *E. exserta* y el menor promedio fue para *E. pellita* (Tabla 19).

Tabla 18. Cuadrados medios del N foliar (%) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50,75 y 100 días después del sembrado.

F.V.	Cuadrados Medios foliares de las plántulas			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Factor A	0,75 ns	398,16 **	205,54 *	50,48,19 **
Factor B	4,03 **	625,45 **	1010,83 **	656,60 **
Interacción A x B	2,72 *	534,54 **	688,71 **	2413,24 **
Error experimental	1,01	57,99	147,85	162,25
C.V (%)	6,61	14,36	14,80	19,01

Ns= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo

Tabla 19. Promedios de N foliar (%) de las tres variedades de eucalipto, bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Especies	Promedios de N foliar de las plantas			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
<i>Eucaliptus pellita</i>	16,20 a	46,52 b	78,77 b	53,96 c
<i>Eucaliptus urograndis</i>	15,84 a	53,21 a b	82,58 a b	65,02 b
<i>Eucaliptus exserta</i>	16,70 a	66,15 a	92,65 a	120,27 a

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.4.1. Efecto simple de los fertilizantes sobre el N foliar (%) de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

En el análisis de varianza realizado a la altura de las plantas, se determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los fertilizantes. Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, los mejores promedios en N foliar fueron para los tratamientos T1 (MicroEssentials SZ + Algamar) y T3 (Kristalon Inicio 13-40-13). Mientras que el menor promedio fue para el testigo a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado (Tabla 20).

Tabla 20. Promedios de N foliar (%) bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto a los 25, 50, 75 y 100 días después del sembrado.

Fertilizantes	Promedios de N foliar por fertilizante			
	25 dds	50 dds	75 dds	100 dds
Fertilizante 1	16,42 a	47,00 b	72,83 a b	76,08 b
Fertilizante 2	13,86 b	37,52 b c	65,50 b c	69,02 b c
Fertilizante 3	16,08 a	63,58 a	96,50 a	100,42 a
Testigo	11,41 c	34,46 c	51,25 c	62,52 c

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.4.2. Efecto de las interacciones entre las especies y los fertilizantes sobre el N foliar de las plantas, a los 100 días después del sembrado.

Se observó que a los 100 días después del sembrado, si hubo significancia entre las interacciones (Plantas + Fertilizantes), mostrando como resultado que el T3 (Kristalon Inicio 13-40-13) en la especie *E. exserta* fue el de mejor promedio. Mientras que los de menor promedio fueron el T2 (Triple 15 N-P-K) y el testigo en las tres variedades de eucalipto (Figura 3).

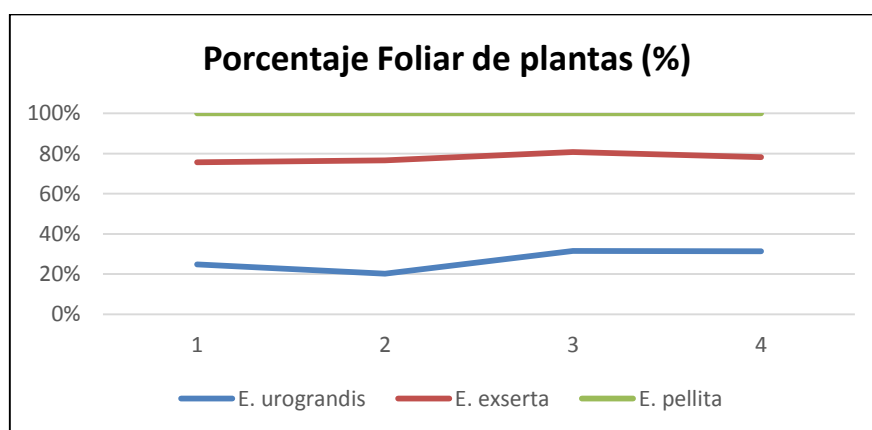


Figura 3. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el N foliar de las plantas a los 100 días después del sembrado.

Lo que afirma los resultados obtenidos en el estudio de Camino (2012), quien determinó que a medida que se incrementa los niveles de P decae la concentración de N foliar, hecho

que concuerda con la investigación de Bravo, R. y Ventorim, N. (1991) quienes manifiestan que dosis crecientes de P resultaron en decrecimiento foliar.

4.1.5. Efecto simple de las especies sobre el porcentaje de sobrevivencia. (%) de las tres variedades de eucalipto en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles.

En el análisis de varianza realizado, se determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las especies (Tabla 21). Los coeficientes de variación fluctuaron entre 12,03% valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos. Por lo tanto, el mejor promedio en sobrevivencia de las plantas fue para la especie *E. exserta* y el menor promedio fue para *E. urograndis* (Tabla 22).

Tabla 21. Cuadrados medios sobre el porcentaje de sobrevivencia de las tres variedades de eucalipto en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles.

F.V.	SC	gl	CM	p-valor
Factor A	1529,17	2	764,58**	0,0176
Factor B	1251,56	3	417,19 **	0,0522
Interacción A x B	2780,73	5	556,15 **	0,0230
Error experimental	537,50	6	89,58	
Total	3318,2311			
C.V (%)	12,03			

Ns= No significativo, **= Altamente significativo, *= Significativo

Tabla 22. Promedios de sobrevivencia (%) de las tres variedades de eucalipto bajo tres regímenes de fertilización + el testigo, en condiciones de vivero.

Especies	Promedios de % de Sv. en plantas
<i>Eucalyptus pellita</i>	72,92 a b
<i>Eucalyptus urograndis</i>	56,67 b
<i>Eucalyptus exserta</i>	84,17 a

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.5.1. Efecto simple de los fertilizantes sobre el porcentaje de sobrevivencia (%), bajo el efecto de los regímenes de fertilización de las tres variedades de eucalipto en condiciones de vivero, en el recinto Los Ángeles.

En el análisis de varianza realizado al porcentaje de sobrevivencia de las plantas, se determinó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los fertilizantes. Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, los mejores promedios en (%) de sobrevivencia fueron para el tratamiento T2 (Triple 15 N-P-K). Mientras que el menor promedio fue para el testigo (Tabla 23).

Tabla 23. Promedios de sobrevivencia (%) bajo el efecto de los regímenes de fertilización en las tres variedades de eucalipto.

Fertilizantes	Promedios de Sv. por fertilización
Fertilizante 1	75,83 b
Fertilizante 2	117,71 a
Fertilizante 3	66,67 b c
Testigo	42,71 c

Letras iguales no muestran diferencias estadísticas, con una probabilidad del 5%.

4.1.5.2. Efecto de las interacciones entre las especies y los fertilizantes sobre la sobrevivencia de las plantas, a los 100 días después del sembrado.

Se observó que a los 100 días después del sembrado el mayor rango de significación entre las interacciones (Plantas + Fertilizantes), lo ocupó la especie *E. pellita* siendo el de mejor promedio en las 4 interacciones de fertilización aplicadas. Mientras que el menor promedio de sobrevivencia fue para el *E. urograndis* ocupando entre 25 y 30% del promedio de sobrevivencia (Figura 4).

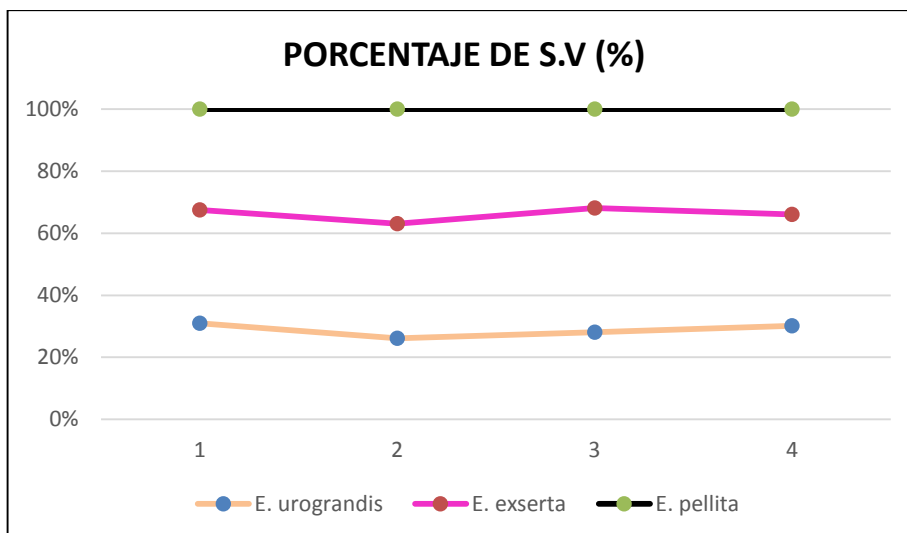


Figura 4. Interacción de las especies de eucalipto por tratamientos (fertilizantes), sobre el porcentaje de sobrevivencia de las plantas a los 100 días después del sembrado.

Lo que contradice los resultados que mostró el estudio publicado por Camino (2012); quien dedujo que al parecer el incremento del aporte de K en el sustrato provocaron un bajo porcentaje de sobrevivencia de las plantas. Mientras que Villar-Salvador (2003) menciona que las plantas con niveles bajos de K presentan menor sobrevivencia que los que presentan niveles óptimos o altos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que la gestión nutricional e hídrica en condiciones de vivero, condicionan el desarrollo de las plántulas desde su establecimiento hasta su trasplante en campo. Por lo tanto, la respuesta al pre-acondicionamiento de los productos aplicados (MicroEssentials SZ + Algamar) y (Kristalon inicio 13-40-13) alcanzaron un nivel óptimo de desarrollo nutrimental a nivel de altura, diámetro, circunferencia y número foliar de las plántulas, demostrando que la fertilización es una herramienta útil para modular las características morfo-fisiológicas de las plantas.
- Desde el punto de vista de la eficiencia de fertilización, el *Eucalyptus exserta* presentó los mejores promedios de crecimiento de plántulas a nivel de vivero, por lo que se recomienda fertilizar con (Kristalon inicio 13-40-13), adición que se vio reflejada en los parámetros morfológicos que pueden asegurar su sobrevivencia en campo y aumentar la eficiencia de la producción en vivero garantizando la calidad de las plántulas.
- En relación al efecto de la interacción entre las especies de eucalipto y los regímenes de fertilización, se obtuvo un promedio altamente significativo entre ambos factores estudiados. Ya que todas las especies, responden de diferente manera ante la adición de los fertilizantes en todas las variables evaluadas de crecimiento en las diferentes dosis aplicadas.

5.2. Recomendaciones

Considerando las conclusiones del trabajo se recomienda lo siguiente:

- Los regímenes de fertilización de los productos; MicroEssentials SZ + Algamar (T1) y Kristalon inicio 13-40-13 (T3), son suficientes para el crecimiento de las plántulas de eucalipto en condiciones de vivero
- Previa a la adición de fertilizantes, realizar un análisis químico del sustrato, para verificar la disponibilidad de nutrientes y posibles interacciones en el mismo. También, aplicar dosis de fertilizantes diferentes a los utilizados en este trabajo, para aumentar la eficiencia de la producción en vivero y garantizar la calidad de plantas de *E. urograndis*, *E. pellita* y *E. exserta*.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Acosta, C. (2008). *Evaluación de una fertilización en Eucalyptus glóbulos Labill., aplicada en la etapa de máxima acumulación nutritiva*. Tesis de grado. Valdivia, Chile. 64 p.
- Arteaga, B., León, S., & Amador, C. (2003). Efecto de fertilización de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinis dirangensis* en vivero. 5 (2): 9-15.
- Bautista, G.I., Prieto, J.A., Hernández, J.C., Basave, E., Goche, J.R., Montiel, E. (2018). Growth of *Pinus greggii* Engelm. under different routines of fertilization at the nursery. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 9 (49): 214 – 215.
- Betancourt, B.A. (1999). *Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales*. Editorial Científico Técnica. 427 p.
- Bernaola, R., Zamora, J., Vargas, J., Cetina, V., Rodríguez, R., Salcedo, E. (2015). Plant quality of two pine species at nursery stage in a DoubleTransplanting system. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 7 (33): 74,93.
- Bustos F., González, M., Donoso, P., Gerding, V., Donoso, C., Escobar, B. (2008). Efectos de distintas dosis de fertilizante de liberación controlada (Osmocote®) en el desarrollo de plantas de coigüe, raulí y ulmo. *Bosque* 29 (2): 155-161 p.
- Bravo, R.; Ventrím, N. 1991. *Variação de Macro e Micronutrientes em função de níveis de N P K Mg em Viveiro de Seringueira*. tesis de maestría agrícola. Escuela Superior Agraria de Lavras. Brasília, BR. 145 p.
- Brucker, M., Machado, M., Benítez, L., Carpenedo, S., Turchetto, F. (2017). Regímenes de riego y dosis de polímero hidrotenerador sobre características morfológicas y fisiológicas de plantas de *Cordia Trichotoma*. *Bosque* (1): 4 – 7.

Camino, K. (2012). *Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el crecimiento de Caucho (Hevea brasiliensis Will Ex A. Juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo*. Tesis de grado. Escuela politécnica del ejército. Santo Domingo, Ecuador. 82p.

Carpenedo, A., Machado, M., Benítez, E., Gómez, G., Silva, F. (2016). Container volume and controlled-release fertilizer in growing *Cabralea canjerana* plants produced in nursery. *Bosque* 37 (2): 402 – 403.

Chandi, L. 2008. *Evaluación de la Propagación de Morera (Morus indica var. Kanva 2), Utilizando Cuatro Periodos y Tres Sistemas de Enraizamiento*. Tesis de grado de Ingeniería Agropecuaria. ESPE Santo Domingo, Santo Domingo, EC. 43 p.

Dutra, A., Araujo, M., Turchetto, F., Rorato, D., Aimi, S., Gomes, D., Nishijima, T. (2016). Substrate and irrigation scheme on the growth of *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) seedlings. *Ciência Rural* 46 (6): 1007-1013 p.

Elliot, R., Jones, D., Blake, T. (1992). *Encyclopedia of Australian Plants Suitable for Cultivation*. 91 p.

Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. 2a ed. Oxford Science Publications. New York, USA. 403p.

Fresard, G. (2004). *Evaluación de una fertilización en plantaciones de Eucalyptus glóbulos Labill. De uno y dos años de edad*. Valdivia, Chile. 87 p.

Flores, S. (2010). *Determinación de dosis óptimas N-P-K en especies de interés económico y forestal en cultivo hidropónico*. Tesis de Maestría en Ciencias, especialista en Hidrociencias, Instituto de enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. ME. 27 p.

Gallardo, P (2018). *Evaluación de la dosificación e dos activos biológicos (Bioprit y Biofun) en el proceso de descomposición de sustrato de corteza de Pino (Pinus radiata), en el sector Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos*. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador. 82 p.

Gerding, V., Donoso, O., Navarro, C., Thiers, O., Pinares, J., Escobar, B., Sanhueza, MJ. (2015). Fertilización de plantaciones forestales de especies nativas. Universidad Austral de Chile - Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 203 p.

González, A. (2001). *Efecto de tres secuencias de dosis de fertilizante (N, P, K) en plántulas de dos especies de pinos piñoneros en condiciones de invernadero*. Tesis de grado. Buenavista, Coahuila. 44 pág.

González-Rio, F., López, J., Astorga, A., Castellanos, O., Fernández, C., Gómez. (1997). Fertilización y control de la vegetación accesoria en plantaciones de eucalipto. Departamento Agroforestal. Celulosas de Asturias S.A. Madrid, España. 6 p.

Guerra, E., Herrera, M.A., Drake, F. (2007). Rentabilidad de la fertilización al establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus*. *Agrociencia*. 41 (7): 4.

Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S. E. & Barnett, J. P. 1989. Seedling Nutrition and Irrigation, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: US Department of Agriculture, Forest Service. 119 p.

Loor, J. (2008). *Estudio de la combinación de fertilizantes químicos en vivero de Palma Aceitera Híbrida (*Elaeis Oleífera x Elaeis Guineensis*) para optimizar el desarrollo en palmeras del Ecuador- Cantón Shushufindi*. Tesis de grado. Shushufindi. 119 p.

Lopes J., Guerrini, I., Saad, J. (2007). Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. *Revista Árvore* 31(5): 835-843.

Martínez, C. (2006). *Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba*. Tesis doctoral. Pinar del Río, Cuba. 197 p.

Mexal, J & Landis, T. (1990). Target seedling concepts: Height and diameter. En: Target seedling symposium: Proc. Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose, R.; Campbell S.J.; Landis T.D.; eds. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200. 17-36.

Ortega, U., Majada, J., Sanchez-Zabala, J., Rodriguez-Iturrizar, N., Txarterina, K., Azpitarte, J. & Duñabeitia, M. (2005). Efecto de la fertilización y endurecimiento en vivero en el establecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. Dpto. Biología Vegetal y Ecología, F. Ciencia y Tecnología, UPV/EHU. Bizkaia 1: 1-7.

Owen, G., Westgarth, D., y. Iyer, G. (1957). Manuring Hevea: effect of fertilizer on growth and yield of manure rubber trees. Journal of Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, v. 15 p. 29-52.

Palmberg-Lerche, C. (1998). El estado actual de las plantaciones forestales en América Latina y el Caribe y examen de las actividades relacionadas con el mejoramiento genético. Dirección de Recursos Forestales. Departamento de Montes FAO. Roma, Italia. 13 p.

Pérez, N. (2007). *Compostaje de corteza de las especies Eucalyptus saligna Smith, y Eucalyptus pellita F. Muell en la obtención de compost como fuente de sustrato para viveros forestales*. Tesis doctoral. Pinar del Río, Cuba. 198 p.

Paillacho, C. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de eucalyptus urograndis, gmelina arborea roxb y ochroma pyramidale cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila luz del Cantón santo domingo*. Tesis de grado. Santo Domingo, Ecuador. 130p.

Rojo, G., Martínez, R., Jasso, J. (2011). El cultivo del Hule en México. Vivero, Primera edición, ME. 91-99 p.

Rose, R., D. L. Haase y E. Arellano. 2004. Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. Revista Bosque 25 (2):89-100.

Rodríguez T., D. A. 2008. *Indicadores de calidad de planta forestal*. Mundi-Prensa. México, D. F., México. 156 p.

Salassier B., Soares, A., Mantovani, E. (2006). *Manual de irrigación*. 8 ed. Universidad de Federal de Viçosa. Vicoso, Brasil. 625 p.

Timmer, V.R.; Armstrong, G. & Miller, B.D. 1991. Steady-state nutrient preconditioning and early outplanting performance of containerized black spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 21: 585-594.

Tang, M., Nazeeb, M. & Loong, S. (2000). Fertiliser types and application methods in malaysian oil palm plantations. *Palmas* 21 (2): 247-248.

Ugalde, L. (1997). Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Nicaragua. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 77 p.

VILLAR SALVADOR, P. (2003). *Importancia de la calidad de la planta en los proyectos de revegetación*. En: *Restauración de Ecosistemas en Ambientes Mediterráneos*. Universidad de Alcalá/Asociación Española de Ecología Terrestre. 65-86.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Fertilizantes, materiales y equipos utilizados durante el ensayo.



Figura 1. Triple 15 N-P-K.



Figura 2. MicroEssentials SZ.



Figura 3. Kristalon Inicio 13-40-13.

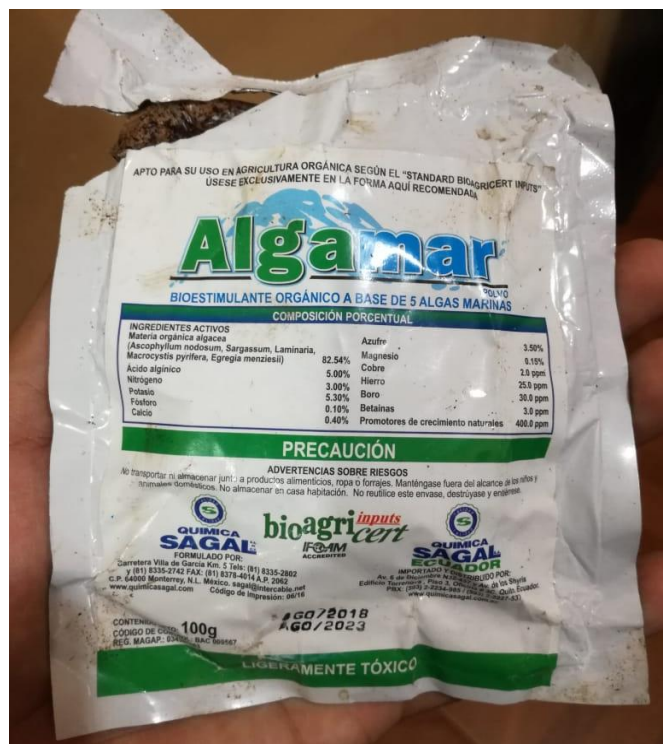


Figura 4. Algamar.



Figura 5. Balanza.



Figura 6. Regadera de uso manual.

Anexo 2. Proceso de germinación, fertilización y toma de datos dasométricos de las plantas.



Figura 7. Fase de germinación.



Figura 8. Fase de crecimiento de las plántulas.



Figura 9. Fertilización de riego manual de las plántulas.



Figura 10. Toma de datos de la altura de la planta.



Figura 11. Toma de datos del diámetro del tallo



Figura 12. Plántulas de *E. urograndis*, *E. pellita* y *E. exserta*.

Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% para las variables: altura, diámetro del tallo, circunferencia del tallo, análisis foliar y porcentaje de sobrevivencia a los 100 días después del sembrado en las especies.

Altura (día 100)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura (día 100)	24	0,53	0,44	18,40	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1191,99	4	298,00	5,44	0,0043
Repetición	17,46	1	17,46	0,32	0,5791
Fertilizantes	1174,53	3	391,51	7,14	0,0021
Error	1041,19	19	54,80		
Total	2233,18	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,32538
 Error: 54,7994 gl: 19

Repetición	Medias	n	E.E.
1	41,09	12	2,14 A
2	39,38	12	2,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,01763
 Error: 54,7994 gl: 19

Fertilizantes	Medias	n	E.E.
3	47,83	6	3,02 A
1	45,22	6	3,02 A
2	38,07	6	3,02 A B
4	29,82	6	3,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Diámetro (día 100)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (día 100)	34	0,07	0,00	164,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	836,92	4	209,23	0,52	0,7219
Repetición	6,11	1	6,11	0,02	0,9028
Fertilizantes	830,81	3	276,94	0,69	0,5668
Error	11675,19	29	402,59		
Total	12512,11	33			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,07556

Error: 402,5929 gl: 29

Repetición Medias n E.E.

1	12,16	17	4,88	A
2	11,31	17	4,88	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,64116

Error: 402,5929 gl: 29

Fertilizantes Medias n E.E.

1	19,57	10	6,35	A
3	11,10	8	7,09	A
2	9,07	8	7,09	A
4	7,21	8	7,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Circunferencia del tallo (día 100)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Circunferencia del tallo (..)	34	0,07	0,00	151,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	834,77	4	208,69	0,54	0,7048
Repetición	5,93	1	5,93	0,02	0,9019
Fertilizantes	828,84	3	276,28	0,72	0,5482
Error	11127,49	29	383,71		
Total	11962,26	33			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,74144

Error: 383,7066 gl: 29

Repetición Medias n E.E.

1	12,85	17	4,76	A
2	12,02	17	4,76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,00876

Error: 383,7066 gl: 29

Fertilizantes Medias n E.E.

1	20,23	10	6,19	A
3	11,89	8	6,93	A
2	9,80	8	6,93	A
4	7,83	8	6,93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Número de hojas (día 100)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (día 100)	34	0,11	0,00	49,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3080,33	4	770,08	0,90	0,4759
Repetición	53,90	1	53,90	0,06	0,8034
Fertilizantes	3026,42	3	1008,81	1,18	0,3341
Error	24770,59	29	854,16		
Total	27850,91	33			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=20,50226

Error: 854,1582 gl: 29

Repetición Medias n E.E.

1	60,33	17	7,10	A
2	57,81	17	7,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=38,80514

Error: 854,1582 gl: 29

Fertilizantes Medias n E.E.

3	73,76	8	10,33	A
1	60,64	10	9,24	A
2	54,61	8	10,33	A
4	47,26	8	10,33	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de sobrevivenci..	12	0,84	0,70	12,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2780,73	5	556,15	6,21	0,0230
Especies	1529,17	2	764,58	8,53	0,0176
Fertilizantes	1251,56	3	417,19	4,66	0,0522
Error	537,50	6	89,58		
Total	3318,23	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=20,53491

Error: 89,5833 gl: 6

Especies Medias n E.E.

Eucalyptus exserta	84,17	4	5,46	A
Eucalyptus pellita	72,92	4	5,46	A B
Eucalyptus urograndis	56,67	4	5,46	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,75216

Error: 89,5833 gl: 6

Fertilizantes Medias n E.E.

2	117,71	3	16,39	A
1	75,83	3	5,46	B
3	66,67	3	5,46	B C
4	42,71	3	16,39	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)