



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS
(GRANULAR Y SOLUBLE), EN EL DESARROLLO VEGETATIVO
DE (*Pinus radiata* D. Don) EN ETAPA DE VIVERO.**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: BRAYAN DAVID CUSQUILLO QUISPILLO

DIRECTORA: Ing. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA Msc.

Riobamba – Ecuador

2022

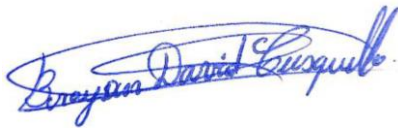
©2022, Brayan David Cusquillo Quispillo

Se autoriza la producción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, BRAYAN DAVID CUSQUILLO QUISPILLO, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de febrero del 2022.



Brayan David Cusquillo Quispillo

060468194-0

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza suficiente para seguir adelante en cada una de las etapas propuestas de mi vida pese a las dificultades que hicieron duro este sueño, por guiarme por un mejor camino, siempre con fe y su bendición para poder concluir este trabajo. A mis padres, Rosa Quispillo y Abel Cusquillo quienes confiaron en mí, brindándome su apoyo incondicional tanto moral y económico, en cada una de mis decisiones y sueños propuestos, convirtiéndose en mi pilar fundamental hasta el día de hoy., de igual manera a todos mis hermanos con quienes compartí mis penas y alegrías, por llegar a ser mis modelos a seguir por sus esfuerzos y logros. Por impartirme sus conocimientos, valores y consejos los cuales me motivaron a cumplir lo que un día fue un sueño.

David C.

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos docentes de la Facultad de Recursos Naturales que formaron parte indispensable en mi formación académica y personal. A mi tribunal de titulación conformado por mi directora la Ing., Vilma Fernanda Noboa Silva Msc, y mi asesor el Ing. Daniel Arturo Román Robalino Msc. por su apoyo indispensable durante este trabajo de investigación y su benefactora causa en la formación de nuevos profesionales dentro del área forestal con altos niveles de conocimiento y lo más importante sus valores éticos. Por toda su paciencia y el haberse tomado el tiempo de la manera más desinteresada en este proceso para que haya podido concluir de la mejor manera este trabajo investigativo. A mi familia por ser la parte más importante en todo este proceso, a cada una de las personas y amistades fuera de la universidad que siempre mostraron su apoyo moral en el momento más difícil de mi vida. De igual manera un fraterno agradecimiento al Ing. Darwin Augusto Valenzuela Erazo Msc, a quien considero un amigo y un maestro, que de manera desinteresada me apoyado durante mucho tiempo no solo en este proceso si no en muchas metas propuestas en mi vida.

David C.

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	4
1.1. Información botánica de la especie.....	4
1.1.1. Características Botánicas.....	4
1.2. Fertilización.....	5
1.2.1. Fertilización en plantas forestales.....	5
1.2.2. Fertilizantes químicos.....	6
1.2.2.1. <i>Macronutrientes y micronutrientes.....</i>	6
1.2.3. Ventajas y desventajas de los fertilizantes químicos.....	7
1.2.3.1. <i>Ventajas.....</i>	7
1.2.3.2. <i>Desventajas.....</i>	7
1.2.4. Tipo de fertilizantes químicos.....	8
1.2.4.1. <i>Fertilizantes sólidos.....</i>	8
1.2.5. Fertilizante compuesto (10 N - 30 P - 10 K).....	8
1.3. Vivero Forestal.....	9
1.3.1. Tipos de viveros.....	9
1.3.1.1. <i>Vivero permanente.....</i>	9

1.3.1.2.	<i>Viveros son temporales</i>	9
1.4.	Desarrollo vegetativo	10
1.5.	Índice de Robustez	10

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	11
2.1.	Materiales y métodos	11
2.2.	Materiales y equipos	11
2.2.1.	<i>Materiales de escritorio</i>	11
2.2.2.	<i>Equipos y materiales de campo</i>	12
2.2.3.	<i>Insumos y material biológico</i>	12
2.3.	Metodología	13
2.3.1.	<i>Parámetros a evaluar</i>	16
2.3.2.	<i>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</i>	17

CAPITULO III

3.	ANALISIS DE RESULTADOS	18
3.1.	Resultados de los parámetros evaluados	18
3.1.1.	<i>Contenido nutricional del suelo</i>	18
3.1.2.	<i>Índice de Robustez antes de la fertilización</i>	18
3.1.3.	<i>Índice de Robustez a los 15 días de la primera fertilización</i>	20
3.1.4.	<i>Índice de Robustez a los 30 días de la segunda fertilización</i>	21
3.1.5.	<i>Índice de Robustez a los 45 días de la última fertilización</i>	24
3.2.	Desarrollo vegetativo en base al crecimiento	26
3.2.1.	<i>Desarrollo vegetativo antes de la fertilización</i>	26
3.2.2.	<i>Desarrollo vegetativo a los 15 días de la fertilización</i>	27

3.2.3.	<i>Desarrollo vegetativo a los 30 de la fertilización</i>	28
3.2.4.	<i>Desarrollo vegetativo a los 45 de la fertilización</i>	30
3.3.	Costo beneficio.	33
3.4.	Discusión	34
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	38
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1-1:	Clasificación Taxonómica de Pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don)	4
Tabla 2-1:	Características de los macro y microelementos esenciales de las plantas.....	6
Tabla 3-2:	Condiciones meteorológicas de la zona.	11
Tabla 4-2:	Esquema del experimento (DBCA).....	13
Tabla 5-2:	Croquis de la ubicación de los tratamientos.	14
Tabla 6-2:	Esquema del ADEVA.	14
Tabla 7-2:	Dosis recomendadas de fertilizantes granulares para especies forestales en etapa de trasplante.	14
Tabla 8-2:	Volumen de agua para la disolución de fertilizante soluble.	15
Tabla 9-3:	Resultados del análisis químico del sustrato compuesto de las plántulas de pino.	18
Tabla 10-3:	Prueba de Tukey del índice de robustez antes de la fertilización, en (<i>Pinus radiata</i> D. Don) en fase de vivero.....	18
Tabla 11-3:	Análisis de varianza del comportamiento en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 15 días de la primera fertilización.....	20
Tabla 12-3:	Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 15 días.	20
Tabla 13-3:	Análisis de varianza del comportamiento de las plantas en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 30 días.	21
Tabla 14-3:	Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 30 días.	22

Tabla 15-3: Análisis de varianza del comportamiento de las plantas en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 45 días.....	24
Tabla 16-3: Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 45 días.	24
Tabla 17-3: Separación de medias según la prueba de Tukey (altura y diámetro) a los 15 días de la fertilización en el desarrollo de Pino (<i>Pinus radiata</i> D, Don).....	27
Tabla 18-3: Separación de medias según la prueba de Tukey (altura y diámetro) a los 30 días de la fertilización en (<i>Pinus radiata</i> D, Don).	28
Tabla 19-3: Separación de medias según la prueba de Tukey del desarrollo vegetativo (altura y diámetro) a los 30 días de la fertilización en (<i>Pinus radiata</i> D, Don).....	30
Tabla 20-3: Incremento en diámetro y altura en <i>Pinus radiata</i> D. Don: granular Agrodey, soluble Nipofos y testigo a los 15,30 y 45 días	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-3:	Medias del índice de robustez antes de la primera fertilización.	19
Gráfica 2-3:	Medias del índice de robustez a los 15 días de la primera fertilización.	21
Gráfica 3-3:	Medias del índice de robustez a los 30 días de la segunda fertilización.	23
Gráfica 4-3:	Medias del índice de robustez a los 45 días de la segunda fertilización.	25
Gráfica 5-3:	Promedio de altura y diámetro como línea base en el desarrollo de Pino (<i>Pinus radiata</i> D, Don).	26
Gráfica 6-3:	Promedio de altura y diámetro a los 15 de la fertilización en el desarrollo de Pino (<i>Pinus radiata</i> D, Don).	28
Gráfica 7-3:	Promedio de altura y diámetro a los 30 de la fertilización en el desarrollo de Pino (<i>Pinus radiata</i> D, Don).	29
Gráfica 8-3:	Promedio de altura y diámetro a los 45 de la fertilización en el desarrollo de Pino (<i>Pinus radiata</i> D, Don).	31
Gráfica 9-3:	Incremento (diámetro/altura) en <i>Pinus radiata</i> D. Don por tratamiento.	32
Gráfica 10-3:	Análisis del beneficio/costo entre tratamientos.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** INICIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.
- ANEXO B:** EVALUACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS
- ANEXO C:** APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
- ANEXO D:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm)
- ANEXO E:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm)
- ANEXO F:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 15 DÍAS
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm) A LOS 15 DÍAS
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 30 DÍAS
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm) A LOS 30 DÍAS
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 45 DÍAS
- ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (cm) A LOS 45 DÍAS
- ANEXO L:** ANÁLISIS COSTO BENEFICIO POR TRATAMIENTO.
- ANEXO M:** ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (NITRÓGENO, FOSFORO Y POTASIO).

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar dos tipos de fertilizantes químicos: granular y solubles, en el desarrollo vegetativo de *Pinus radiata* D. Don en etapa de vivero, con el fin de mejorar la calidad vegetativa de esta especie de importancia forestal. Esta investigación se desarrolló en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales, donde se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), compuesto por 3 tratamientos; T1 = Agrodey: granular 10N-30P-10K; T2 = Nipofos: soluble 10N-30P-10K a una dosis aplicar de 2,50 gr/planta, incluyendo el testigo T3 = sin fertilización; con 10 repeticiones y un total de 90 unidades experimentales. Las variables evaluadas tanto para calidad y desarrollo vegetativo fueron: Índice de Robustez, Atura (cm) y Diámetro altura del cuello (mm) a los 15, 30 y 45 días previo a la fertilización. Para el análisis de varianza y separación de medias se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de confiabilidad del 5 %. Los resultados obtenidos en nuestra investigación indicaron que la fertilización soluble (Nipofos 10N-30P-10K) muestran diferencias altamente significativas en el crecimiento y calidad de las plantas de *Pinus radiata* D. Don, con un incremento de su altura proporcional a su crecimiento en diámetro de: 0,52 cm (h) ; 0,39 mm (Dac) respectivamente y un índice de robustez de 6,24 valores superiores a los demás tratamientos estudiados en los diferentes periodos de evaluación, con un índice de rentabilidad de 1,36 cuyo valor indica que por cada dólar invertido existe una ganancia de 0,36 ctvs. Concluyendo que la fertilización soluble en base a fertirriego es una fuente fácil de asimilación de nutrientes para las raíces en Pino. Por lo que se recomienda el uso de fertilización soluble ya que la misma ayuda a un mejor desarrollo y calidad vegetativa.

Palabras claves: <CIENCIAS DE INGENIERIA> <FORESTAL> <PINO (*Pinus radiata* D. Don)>, <FERTILIZANTE; GRANULAR, SOLUBLE> <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado
digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.03.01
12:43:06 -05'00'

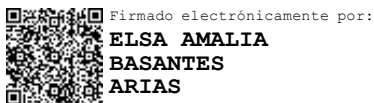


0423-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate two types of chemical fertilizers: granular and soluble, on the vegetative development of *Pinus radiata* D. Don in the nursery stage, in order to improve the vegetative quality of this species of forest importance. This research was carried out at the forest nursery of the Facultad de Recursos Naturales, where a Randomized Complete Block Design (RCBD) was established, composed of 3 treatments; T1 = Agrodey: granular 10N-30P-10K; T2 = Niphopos: soluble 10N-30P- 10K at a dose of 2.50 gr/plant, including the control T3 = without fertilization; with 10 replications and a total of 90 experimental units. The variables evaluated for quality and vegetative development were: hardness index, height (cm) and collar height diameter (mm) at 15, 30 and 45 days before fertilization. For the analysis of variance and separation of means, Tukey's test was used at a reliability level of 5%. The results obtained in our research indicated that soluble fertilization (Niphopos 10N-30P-10K) showed highly significant differences in the growth and quality of *Pinus radiata* D. Don plants, with an increase in plant height. Don, with an increase in height proportional to its growth in diameter of: 0.52 cm (h); 0.39 mm (Dac) respectively and a robustness index of 6.24 values higher than the other treatments studied in the different periods of evaluation, with a profitability index of 1.36 whose value indicates that for every dollar invested there is a profit of 0.36 ctvs. Concluding that soluble fertilization based on fertigation is an easy source of nutrient assimilation for the roots in pine. Therefore, the use of soluble fertilization is recommended as it helps to improve vegetative development and quality.

Key words: <ENGINEERING SCIENCES>, <FORESTAL>, <PINE (*Pinus radiata* D. Don)>, <FERTILIZER; GRANULAR, SOLUBLE>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>.



INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes en el desarrollo morfológico y adaptativo de las especies forestales producidas en vivero es la deficiencia de nutrientes. Lo cual podría ocasionar una alta mortalidad de las plántulas al momento del establecimiento de una plantación (Sáenz et al., 2014, p. 3).

Las características físicas y estructurales de una planta al salir del vivero definen la calidad de estas, las cuales a lo largo de su adaptación fisiológica influirán netamente en el sitio de plantación al afrontar distintos factores ambientales. He ahí lo fundamental de una correcta aplicación y manejo de las plantas en cuanto a fertilización desde vivero (Prieto et al., 2009, p. 6).

Pinus radiata es una de las especies más plantadas en los últimos años en la provincia de Chimborazo por lo que el presente trabajo investigativo se ha centrado en estudiar el comportamiento del Pino (*Pinus radiata* D. Don) frente a distintos tipos de fertilizantes químicos en cuanto a su desarrollo y calidad vegetativa con el fin de poder establecer cuál de ellos es asimilado eficazmente por las plantas además de poder determinar su costo/beneficio.

PROBLEMA

Uno de los principales inconvenientes en el establecimiento de una plantación forestal es el proceso adaptativo, debido al inadecuado manejo dentro de los viveros, con respecto a diferentes actividades culturales que se aplica. Como es el caso de la fertilización, una excesiva o nula aplicación en su etapa de vivero puede conllevar un crecimiento poco regular incluyendo distintos problemas morfológicos que ocasionarían letargo o la muerte de las plantas una vez en su sitio definitivo a consecuencia del desconocimiento de muchos viveristas por este tipo de actividad (FAO, 2002, pp. 30-32).

Si sus requerimientos nutricionales no son suplidos en su etapa necesaria (Brichler et al., 1998, pp. 113-114), el pino puede verse afectado en crecimiento y productividad de forma desfavorable. Sabiendo que cada especie forestal poseen ciertas necesidades nutritivas particulares que ayudan a desarrollarse en crecimiento, vigor vegetal y producción (Ortega et al., 1997, p. 1), surge la necesidad de suplir nutrientes necesarios mediante fertilización edáfica en su etapa de endurecimiento (Repique), en vivero. Con el fin de poder determinar qué tipo de fertilizante (granular o soluble) contribuirían beneficiosamente en su desarrollo vegetal óptimo, antes de ser establecidos en una

plantación. por lo que surge la necesidad de probar diferentes tipos de fertilizantes en el desarrollo vegetativo, para poder mejorar la producción de plantas.

JUSTIFICACIÓN

Una correcta investigación forestal en nuevas técnicas de fertilización, y la determinación de un adecuado fertilizante o sustratos en *Pinus radiata* D. Don desde su germinación, crecimiento y endurecimiento (Ortega et al., 1997, p. 2), pueden convertirse en conocimientos útiles tanto para los viveristas como para aquellos interesados en la implementación de una plantación forestal de esta especie (Velástegui, 2017, p. 17). Ya que a nivel de la Región Sierra la existencia de plantaciones comunitarias, gubernamentales y privadas no presenta un adecuado manejo desde vivero hasta su turno final trayendo consecuencias como: plantas de mala calidad, alta mortalidad y madera de mala calidad (Velástegui, 2017, p. 20). Lo que significa pérdidas económicas para aquellos productores.

El presente estudio busca tener plantas de calidad aplicando dos tipos de fertilizantes químicos con el fin de determinar el mejor tratamiento de fertilización (granular y soluble) que presente una mayor asimilación en las plántulas de pino que demuestren un desarrollo vegetativo adecuado y de esta manera pueda contribuir a la producción y manejo adecuado de plantas que logren adaptarse a su sitio definitivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar dos tipos de fertilizantes químicos (granular y soluble) en el desarrollo vegetativo de Pino (*Pinus radiata* D. Don) en etapa de vivero.

Objetivos Específicos

- Analizar la calidad de las plantas de Pino (*Pinus radiata* D. Don) mediante el índice de Robustez después de la fertilización.
- Determinar el mejor tratamiento en el desarrollo vegetativo de *Pinus radiata* D. Don en base a variables de crecimiento.
- Establecer un análisis costo/beneficio de los tratamientos en estudio.

Hipótesis

Hipótesis Nula

H0: Ningún tratamiento establecido muestra diferencias significativas en el crecimiento y calidad en las plantas de Pino (*Pinus radiata* D. Don).

Hipótesis Alternativa

H1: Al menos un tratamiento establecido muestra diferencias significativas en el crecimiento y calidad en las plantas de Pino (*Pinus radiata* D. Don)

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Información botánica de la especie

Tabla 1-1: Clasificación Taxonómica de Pino (*Pinus radiata* D. Don)

Clasificación taxonómica	
Nombre común:	Pino de Monterrey
Reino:	<i>Plantae.</i>
División:	<i>Pinophyta.</i>
Clase:	<i>Pinopsida.</i>
Orden:	<i>Pinales.</i>
Familia:	<i>Pinaceae.</i>
Género:	<i>Pinus.</i>
Especie:	<i>Pinus radiata D. Don</i>

Fuente: (Iturriaga, 2017, p. 11).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

1.1.1. Características Botánicas

Especie forestal originaria de la región meridional de California en Estados Unidos (Espinoza, 2014, p. 4). Adaptable a sitios altos con un rango altitudinal entre los 1500 a 3000 msnm menciona (Espinoza, 2014, p. 4)., cuya precipitación y temperatura media anual propicia va entre 425 a 825 mm y 21 a 27 °C respectivamente (Camones, 2017, p. 16). Prefiere suelo con textura de tipo arenosos, francos arenosos (Camones, 2017, p. 16). Llega a medir de 30 a 40 m de altura, presenta un fuste recto con un ritidoma de color pardo, se caracteriza por tener una copa de forma cónica y alargado terminando en punta en su etapa juvenil y redondeada, truncada en su edad adulta (Burgos, 2019, p. 8).

Pinus radiata presenta hojas fasciculadas agrupadas en un fascículo de 3 a 5 hojas las cuales nacen de los ejes del tallo denominado braquisplasto cubiertas por escamas membranosas similares a triángulos (Incahuamán, 2019, p. 5).

Se caracteriza por ser una especie diclina donde sus flores masculinas son de color pardo amarillentas en forma de conos de máximo 2 cm mientras tanto las flores femeninas se caracterizan por ser de una forma cónica de color púrpura violeta agrupados por pares, los cuales se sitúan en el ápice de cada brote (Burgos, 2019, p. 9). Sus frutos son conos de color marrón que llegan a medir de 5 a 21 cm de largo y 2,5 a 10 cm de ancho con un número de 200 semillas por cada cono (Espinoza, 2014, p. 8). Mientras sus semillas son aladas unilaterales integradas a una testa. mide 4 cm de largo y son de coloración negra (Espinoza, 2014, p. 8).

1.1.2. Importancia del Pino (Pinus radiata D. Don)

Especie forestal introducida en nuestro país, netamente dentro de la región sierra (Forestal, 2009, p. 1). Perteneciente a la familia de las coníferas cuya importancia abarca tanto en lo económico como especies de protección en suelos de pasturas, gracias a su adaptabilidad, desarrollo vegetativo y producción maderable ya que actualmente es utilizado para madera aserrada, chipeada o aglomerados las mismas que pueden ser establecidas como sistemas agroforestales o plantaciones netas (Forestal, 2009, p. 1).

1.2. Fertilización

Actividad mediante la cual ayuda al suelo a mantener o incrementar el contenido de ciertos elementos fundamentales para mejorar la calidad de este a nivel nutricional, incitando al desarrollo de las plantas (Agroformacion, 2018).

1.2.1. Fertilización en plantas forestales

Dentro de un vivero forestal la fertilización es una actividad indispensable con el objetivo de obtener plántulas forestales de calidad. Por ejemplo; Pino, Ciprés, pinabete en especial., su fertilización debe iniciarse cuando aquellas plantas posean una edad de 60 días una vez trasplantadas menciona (Jiménez, 1994, p. 28).

En cuanto a especies de hojas anchas su fertilización de acuerdo a (Jiménez, 1994, p. 28), se recomienda realizarlas cuando aquellas presentan una altura de 10 cm aproximadamente o 22 días después del repique. En cuanto a la fertilización en funda se debe tener precauciones en su primera aplicación para evitar quemazón de sus raíces, esto adicionalmente en conjunto con un riego ligero después de

incorporar abono granular. Además si se tratase de plántulas a raíz desnudo según (Jiménez, 1994, p. 29) recomienda aplicar de 5 a 10 gr de fertilizante químico.

fertilizantes químicos con mayores resultados en cuanto a crecimiento, adaptación y desarrollo fustal de mejor comportamiento en *Pinus radiata* abarca aquellos fertilizantes fosfóricos, nitrogenados y potásicos (Dickens et al., 2005, p. 1).

1.2.2. Fertilizantes químicos

Son aquellos preparados a base de materia prima importada provenientes de yacimientos mineros cuya elaboración depende netamente de algún tipo de energía (Cubero y Vieira, 1999, p. 63).

1.2.2.1. Macronutrientes y micronutrientes

Tabla 2-1: Características de los macro y microelementos esenciales de las plantas.

Fertilizantes primarios y secundarios	Micronutrientes
Nitrógeno: Elemento de mayor absorción de las plantas, haciéndolas de color verde oscuro y más succulentas incrementando el tamaño de sus células. Además, fomenta el desarrollo vegetativo de las mismas. Produciendo follaje de buena calidad mejorando el proceso de la fotosíntesis (Burgos, 2019, p. 12).	Hierro: interviene en el desarrollo de los cloroplastos, sintetiza la ferredoxina enzima que actúa en ciertos procesos metabólicos como la fotosíntesis y la reducción del excesivo nitrógeno (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 31).
Fósforo: Su importancia radica en ayudar en el crecimiento de sus raíces pues tiene una relación con la fotosíntesis y metabolismo de las plántulas (Burgos, 2019, p. 13).	Zinc y Molibdeno: “Ayudan a catalizar la producción de ácido carbónico a partir de CO ₂ con el agua y el otro es considerada como una enzima esencial en la fijación biológica de nitrógeno y con la reducción de nitrato a amonio” (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 32).
Potasio: Elemento mineral de indispensable importancia pues ayuda a la producción de azúcares y almidones por parte de las hojas aumentando su nivel de permeabilidad además de aumentar la resistencia de plagas y enfermedades (Burgos, 2019, p. 13).	Cobre: En unión con el hierro y el manganeso interactúan en la síntesis de la clorofila, pues su deficiencia produce marchitamiento de las hojas jóvenes (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 30). dificultando el transporte del agua cuya lignificación inadecuada puede ser una consecuencia de déficit de este elemento (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 30).
Magnesio: Necesario en las plantas debido a que es un componente en la clorofila la cual esta	Boro : Aquel que evita la inhibición en la elongación de las raíces y la excesiva acumulación de fenoles que puede

netamente relacionada con la fotosíntesis (Burgos, 2019, p. 14).	causar decoloración o muerte (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 29).g
Azufre: En las plantas se encuentra en cantidades iguales o mayores al fosforo cuya importancia radica en un correcto metabolismo celular (Burgos, 2019, p. 14).	Manganeso: “importante en el proceso fotosintético, ya que junto con el cloro, participa en la fotólisis del agua” cita (Burgos, 2019, p. 16).
Calcio: importante en la formación de las paredes celulares contribuyendo a la lignificación de las misma (Burgos, 2019, p. 14).	Cloro: elemento requerido para la fotólisis del agua. “Contribuye en la regulación estomática, balance de las cargas y la división celular” (Rodríguez y Flórez, 2004, p. 30).

Fuente: (Burgos, 2019; Rodríguez y Flórez, 2004).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

1.2.3. Ventajas y desventajas de los fertilizantes químicos

1.2.3.1. Ventajas

Los fertilizantes químicos convencionales presentan ciertas particularidades como: la rápida disponibilidad de nutrientes hacia las plántulas, debido a su solubilidad al estar en contacto con el suelo (Paredes, 2014, p. 1).

Este tipo de fertilizantes muestra efectos más rápidos en las plantas, además de su facilidad en cuanto a su aplicación, diferentes formulaciones específicas para cada tipo de suelo y sus requerimientos que estos no posean llegan a ser baratos y fáciles de obtener por mencionar algunas ventajas (Núñez, 2014, p. 22).

1.2.3.2. Desventajas

El uso excesivo del mismo puede endurecer y secar el suelo lo cual trae consecuencias como como dificultad para cultivar ocasionando un proceso de descomposición acelerado de la materia orgánica cuya consecuencia la necrosis o quemadura de las raíces (Núñez, 2014, p. 23).

Su uso inadecuado puede arrojar fuerte lixiviación, contaminación del agua, disminución o pérdida total de microorganismos e insectos benéficos, la fácil susceptibilidad de la plantación a una enfermedad o plaga adicionando a esto acidificación o alcalinización del terreno donde el cultivo o la plantación se encuentra establecida de acuerdo a (Núñez, 2014, p. 23).

1.2.4. Tipo de fertilizantes químicos

1.2.4.1. Fertilizantes sólidos

Polvo

Son aquellos fertilizantes de composición simple. “Mezclas de materias primas o sustancias portadoras de nutrientes esenciales para las plantas” citado por (González, 2007, p. 24).

Granular

Aquellos fertilizantes que posean un tamaño superior a las partículas del fertilizante en polvo (González, 2007, p. 25) y por ende el más utilizado a nivel mundial (Arévalo et al., 2009, p. 33). Características que permiten una aplicación uniforme en el suelo. El 90% de las partículas son esféricas las cuales poseen un diámetro de 1 y 4 mm menciona (Arévalo et al., 2009, p. 33).

1.2.4.2. Fertilizantes líquidos

fertilizantes recomendados aplicar durante o después de la germinación de las plántulas. Estas formulaciones se consiguen a través de distintas combinaciones materiales de los diferentes nutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo. Para su previa dilución en agua estas se encuentran en suspensión pues la mayoría de estos fertilizantes líquidos se presentan para absorción radicular y foliar (Arévalo et al., 2009, p. 33).

1.2.5. Fertilizante compuesto (10 N - 30 P - 10 K)

Este fertilizante se encuentra enriquecido con un mineral orgánico denominado zeolita cuya función es incrementar la efectividad de sus componentes (N-P-K) actuando como regulador de estos nutrientes llegando a aportar al suelo una mejor retención de agua (Anilema, 2018, p. 12).

El nitrógeno de este fertilizante se presenta a una disponibilidad inmediata denominada nítrica y amoniacal en disposición progresiva, lo cual garantiza un “crecimiento rápido de la planta y un buen desarrollo para la planta”, el fósforo, es totalmente asimilable por el cultivo, garantizando un desarrollo “radicular vigoroso” a la planta contribuyendo a una mejor “nutrición y mayor producción” (Anilema, 2018, pp. 14-15) . “Al aplicar el potasio en dosis adecuadas se obtiene plantas

más resistentes a plagas y enfermedades (Anilema, 2018, p. 15). Garantizando un mayor rendimiento y calidad a las plantas (Anilema, 2018, p. 15).

1.3. Vivero Forestal

Sitio donde se producen plántulas arbóreas y arbustivas hasta que se encuentren preparadas para su establecimiento en campo (Navall, 2006, p. 3). Según (Bonilla et al., 2014, p. 5) la importancia de un vivero es que las plantas posean condiciones adaptativas con menor riesgo de mortalidad al establecerlas ya sea como plantación o sistema agroforestal. Desde su etapa más delicada como es la germinación hasta que sean suficientemente aptas, siempre estas serán controladas en base a diferentes actividades culturales (Navall, 2006, p. 3).

1.3.1. Tipos de viveros

1.3.1.1. Vivero permanente

Aquellas infraestructuras diseñadas para la producción masiva de plantas por tiempo indefinido como si se tratase de invernaderos donde posean áreas de germinación, riego tecnificado, zonas de esparcimiento para el personal, etc., equipos y un plan de producción y manejo” (Reyes, 2015, p. 15). De dimensiones grandes con un nivel de producción alto ya sea por la tecnología, tecnificación y adicionalmente costos altos de inversión (Reyes, 2015, p. 15).

1.3.1.2. Viveros son temporales

Son establecidos por corto tiempo y netamente con un fin cerca de los lugares donde se va a establecer una plantación (Reyes, 2015, p. 19). Donde su estructura en de diseño sencillo y poco costo, normalmente estos son creados bajo proyectos específicos (Reyes, 2015, p. 19).

1.3.2. Por su finalidad

Existen con fines comerciales, institucionales, condiciones controladas de fines investigativas, grupales (comunidad, familiar) (Piñuela et al., 2013, p. 8).

1.4. Desarrollo vegetativo

Comprendida como la fase de crecimiento, etapas por las cuales los cultivos y plantaciones pasan desde su germinación Según (Dumroese et al., 2012, p. 133). Una planta germinada recientemente posee ciertas necesidades distintas a una planta grande o aquellas que ya están aptas para ser establecidas en su sitio definitivo (Dumroese et al., 2012, p. 133). Pues cada especie pasa por un proceso de establecimiento, desarrollo vegetativo y endurecimiento una vez repicadas. Pues (Dumroese et al., 2012, p. 133), menciona que las plántulas para resistir o atravesar cada una de estas tres fases ya que cada especie poseen distintos requerimiento como el agua y luz solar incluso el espacio dentro del vivero que ayudan a las plantas a mantenerse resistentes.

1.5. Índice de Robustez

Índice cuya relación altura de la planta en (cm) y diámetro del cuello de la raíz en (mm) indica el nivel de resistencia o sobrevivencia de la planta frente a las condiciones ambientales una vez establecidos en su sitio definitivo cita (Sáenz et al., 2014, p. 99).

Características como: plántulas más robustas con diámetros gruesos y altura proporcional o bajos son muestra de una mejor calidad de las plantas producidas que serán aptos a sitios con bajas condiciones adaptativas como es la limitada humedad o el sol excesivo etc., Pues en datos matemáticos valores menores a cinco y seis son consideradas como plantas de alta calidad según (Sáenz et al., 2014, p. 100). De igual manera valores superiores a seis determinan plantas con desproporción en su diámetro (DAC) y su altura (H) lo que definiría como individuos vulnerables a sitios con duras sequías, vientos fuertes y heladas, aumentado nivel de mortalidad y pérdida de inversiones (Sáenz et al., 2014, p. 100).

“Se estima a partir del cociente de la altura (cm) entre el diámetro del cuello de la raíz (mm)”(Tinoco y Ramírez, 2014, pp. 6-7).

$$IR = \frac{\textit{Altura de la planta (cm)}}{\textit{Diámetro a la altura del cuello (mm)}}$$

Fuente: (Tinoco y Ramírez, 2014, p. 7).

Realizado por: (Cusquillo, Brayan, 2021).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se desarrolló dentro del vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, ubicado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la Av. Panamericana Sur Km 11/2, aproximadamente a unos 2740 msnm y una latitud: 1° 39' 0'' S y una longitud 78° 39' 0'' W.

Tabla 3-2: Condiciones meteorológicas de la zona.

Parámetros	Valores
Temperatura, °C	14.0
Precipitación, mm/año	561
vientos, km/h	2.21
Humedad relativa, %	71.81

Fuente: (INAMHI, 2014; Tenorio, 2018, p. 28).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

2.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo de la investigación se especifican a continuación:

2.2.1. Materiales de escritorio

- Borrador
- Cámara
- Computadora
- Esfero
- Excel.

- Impresora
- Lápiz
- Papel

2.2.2. Equipos y materiales de campo

- Balde
- Balanza digital
- Camas de crecimiento (repique o endurecimiento)
- Carretilla
- Cinta métrica o regla y Calibrador
- Fundas de repique de (15 cm x 16 cm)
- Letreros
- Regadero
- Vasos

2.2.3. Insumos y material biológico

- Agua
- Fertilizante químico edáfico granular N 10 P 30 K 10 (AGRODEY)
- Fertilizante químico edáfico soluble N 10 P 30 K 10 (NIPOFOS)
- Plantas de Pino (*Pinus radiata* D, Don) de 6 meses de edad, 29,22 cm promedio de altura y 3,77 mm de Dac
- Sustrato: 90 % Tierra negra 10% cascarilla de arroz. (Contenido de las fundas)

2.3. Metodología

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó de la siguiente manera:

Para el análisis de la calidad de las plantas de Pino mediante el índice de Robustez se realizó en base a :

- Un análisis nutricional de(N-P-K) del sustrato como línea base para poder determinar si este presenta deficiencias nutricionales o niveles adecuados de estos nutrientes y el cálculo del IR antes de iniciar la respectiva investigación.
- El análisis químico fue realizado al sustrato compuesto de (tierra negra 90% - cascarilla de arroz 10%), en el que fueron inicialmente propagadas las plantas de Pino (*Pinus radiata* D. Don), en total se usaron 100 gramos de muestra.
- Las plántulas de pino de esta investigación fueron adquiridas del sector denominado Guaslán cuyo rango altitudinal es de 2750 msnm y una temperatura de 14,4 -18 °C, características similares al sitio donde se encuentra el vivero forestal de Recursos Naturales (INAMHI et al., 2012, pp. 5-11).
- Todas las unidades experimentales de nuestra investigación fueron de 6 meses de edad con una altura promedio de 29,22 cm, y un diámetro a la altura del cuello con 3,77 mm .
- Se estableció un Diseño experimental constituido por 3 bloques, 3 tratamientos y 10 repeticiones con un total de 90 unidades experimentales.

Tabla 4-2: Esquema del experimento (DBCA).

Tratamientos	Código	Repeticiones	Tratamientos /repeticiones
Granular Agrodey: N-P-K (10/30/30).	T1G	10	30
Soluble Nipofos: N-P-K (10/30/30).	T2S	10	30
Testigo (T. negra 90%- C. arroz 10%)	T3G	10	30
Bloques		3	90 unidades experimentales.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

- Cada tratamiento se aleatorizó con el fin de poder realizar comparaciones entre tratamientos.

Tabla 5-2: Croquis de la ubicación de los tratamientos.

BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3
T3 Testigo	T1 Granular	T2 Soluble
T2 Soluble	T3 Testigo	T1 Granular
T1 Granular	T2 Soluble	T3 Testigo

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

Se definió en esquema del ADEVA.

Tabla 6-2: Esquema del ADEVA.

Fuente de Variación (FV)	Grados de libertad (GL)
Tratamiento (t)	2
Bloques (b)	2
Error	85
Total	89

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

- Los fertilizantes químicos a evaluar (granular Agrodey y soluble Nipofos), fueron de una misma concentración (10N-30P-10K) siendo estos el tratamiento 1 y 2 respectivamente.
- Para determinar la dosis a aplicar se consideró el índice de robustez (IR) y características de las plántulas en base a los valores establecidos por (Escamilla et al., 2015, p. 331) y (Terralia, [sin fecha]), para especies forestales o frutales en etapa de trasplante.

Tabla 7-2: Dosis recomendadas de fertilizantes granulares para especies forestales en etapa de trasplante.

Calidad de las plántulas e (IR).	Dosis aplicar (g/planta)	Tipo de dosis aplicar
Vigorosas <6,0	3,5 -4,5 g	Alta
Medias 6,0 – 8,0	2,5 – 3,0 g	Media

Sensibles >8,0	1,5 – 2,0 g	Baja
----------------	-------------	------

Fuente: (Escamilla et al., 2015, p. 331) y (Terralia, [sin fecha]).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

- Para la dilución del fertilizante soluble (Nipofos) se consideraron las recomendaciones establecidas por (Arvensis, [sin fecha], p. 4), del producto donde se definen una dosis de 0,5-2,0 gramos en un litro) por unidad.

Tabla 8-2: Volumen de agua para la disolución de fertilizante soluble.

Dosis (gramos)	Volumen (l)
2,5 g/planta	1 L (15cm de diámetro)
10 Repeticiones	3 bloques
TOTAL	30 plantas/75,00 g/L

Fuente: (Terralia, [sin fecha]).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

- Las dosis a aplicar fueron medidas en (gr/planta) cuya dosis a fertilizar fue la misma para los dos tipos de fertilizantes químicos en estudio.
- Considerando la primera medición antes de la fertilización, con un índice de robustez que variaba entre (8,47, 7,69 y 7,58) por tratamiento, cuyas plántulas presentaban características no muy vigorosas se estableció una dosis media de 2,5 gramos por planta como indica la tabla 8-2 para el inicio de la investigación.
- Se realizaron 3 aplicaciones con el fertilizante granular y soluble a los 0, 15 y 30 días del inicio de la investigación y sus respectivas mediciones de altura y diámetro altura del cuello para definir calidad de las plantas y desarrollo vegetativo.

Para poder realizar el cálculo del índice de robustez se procedió de la siguiente manera:

- Altura de la planta: Con la ayuda de una cinta métrica se midió la altura a los 15, 30 y 45 días desde el cuello al ápice en cm.
- Diámetro: Con la ayuda de un calibrador se midió el diámetro a la altura del cuello a los 15, 30 y 45 días en mm.

- El índice de robustez se calculó mediante la fórmula de: $IR = \text{Altura de la planta (cm)} / \text{Diámetro a la altura del cuello (mm)}$ con el fin de determinar cuál de los fertilizantes estudiados tiene mayor asimilación en el crecimiento y calidad para las plantas. (Tinoco y Ramírez, 2014, p. 7).

Para el cumplimiento del segundo objetivo (Desarrollo vegetativo) se procedió de la siguiente manera:

- La tabulación de datos en el programa InfoStat.
- Se realizaron comparaciones entre tratamientos de los datos tomados a los 0, 15, 30 y 45 días de la fertilización mediante gráficas de barras considerando alturas, diámetros promedios e incremento al final de investigación con el fin de determinar la mayor incidencia en cuanto a la asimilación de los fertilizantes (granular y soluble) en el crecimiento de las plantas de pino.

Para el cumplimiento del tercer objetivo (análisis B/C) se procedió de la siguiente manera:

- La relación costo/beneficio, conocido también como un indicador de rentabilidad en un proyecto (Rodríguez, 2021).
- Este índice se determinó con el fin de poder identificar la rentabilidad del estudio tanto para la producción de un viverista como para el costo al público (Rodríguez, 2021).
- Para el cálculo del costo/beneficio se utilizó la fórmula $B/C = VAN/VAC$ donde:

VAN: Valor total de Ingresos Totales Netos o beneficios netos (Rodríguez, 2021).

VAC: Valor total de los Costos de inversión o costos totales (Rodríguez, 2021).

$$\frac{\text{Beneficios netos}}{\text{costo de inversión}} = \text{Costo/beneficio}$$

Fuente: (Rodríguez, 2021).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

2.3.1. Parámetros a evaluar

Las variables a evaluar:

- Contenido nutricional del suelo
- Altura inicial en (cm)
- Diámetro inicial del cuello de la raíz (mm)
- Altura (cm) 15,30 y 45 días

- Diámetro (mm) 15,30 y 45 días
- Calidad de las plantas (IR)
- Costo/beneficio (\$).

2.3.2. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados que se obtuvieron dentro de los 15, 30 y 45 días después de establecer en diseño experimental, fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Se aplicó un análisis de varianza (ADEVA) de clasificación simple para las distintas medias de los tratamientos .
- Para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de significancia ($P = 0,05\%$) dentro del programa software InfoStat.

CAPITULO III

3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1. Resultados de los parámetros evaluados

3.1.1. Contenido nutricional del suelo

Tabla 9-3: Resultados del análisis químico del sustrato compuesto de las plántulas de pino.

Análisis (Elemento químico)	Unidad (ppm)	Resultados
Nitrógeno	76	Alto
Fósforo	49	Alto
Potasio	1,02	Alto

Fuente: (INIAP, 2021).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

Como se indica en la **Tabla 9-3**, de acuerdo con el método de Olsen modificado usado en el análisis químico del sustrato (90 % Tierra negra 10% cascarilla de arroz) en el cual fueron propagadas las plántulas de *Pinus radiata* D, Don inicialmente, en cuanto a nivel de Nitrógeno, Fosforo y Potasio dentro de los rangos establecidos por esta metodología se pudo determinar que no existe deficiencias nutricionales (Ver anexo M).

3.1.2. Índice de Robustez antes de la fertilización

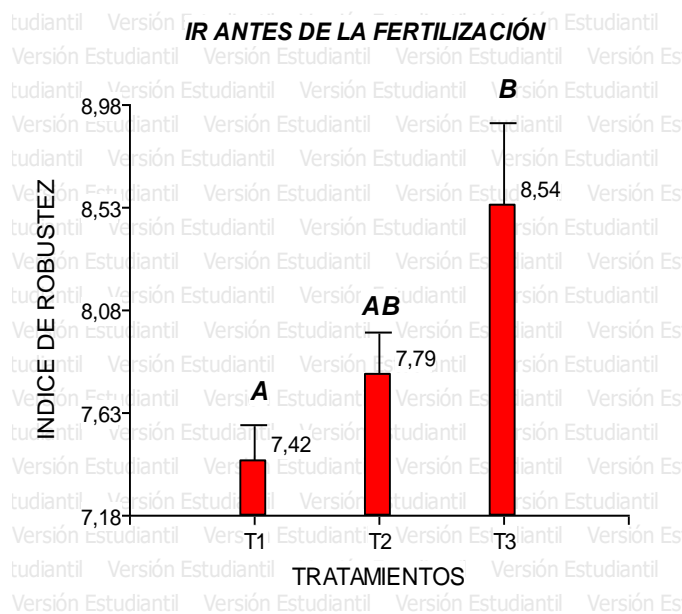
Tabla 10-3: Prueba de Tukey del índice de robustez antes de la fertilización, en (*Pinus radiata* D. Don) en fase de vivero.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	7,42	30	0,24	A	
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	7,79	30	0,24	A	B

T3=Tierra Negra(90%) C.arroz (10%)	8,54	30	0,24	B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>				

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **Tabla 10-3**, muestra las medias de la primera evaluación antes de la fertilización demostrando que no existe un índice de robustez adecuado, considerándolas como plántulas con un crecimiento irregular con relación a diámetro/altura. Con valores de IR (índice de robustez) de 7,42 del T1 , 7,79 del T2 y un promedio de 8,54 del T3.



Gráfica 1-3. Medias del índice de robustez antes de la primera fertilización.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **Gráfica 1-3**, indica la separación de medias en base a la prueba Tukey al 0,05% de probabilidad estadística, donde se pudo observar que en base a la evaluación realizada antes de aplicar los distintos tratamientos, se demostró que entre los T 1 (granular Agrodey), T2 (Soluble NIPOFOS) y T3 (TESTIGO) no presentan un rango de significancia estadística en cuanto a asimilación de nutrientes, observando que las plantas de mejor calidad de acuerdo al IR se encuentra en el grupo del T1 (Granular 10N-30P-10K (AGRODEY)) con un índice de 7,42, seguido del T2 (Soluble 10N-30P-10K (NIPOFOS)) de 7,79 y del T3 (Tierra negra(90%) C. arroz (10%)) con 8,54, clasificándose en un rango de calidad medio a bajo.

3.1.3. Índice de Robustez a los 15 días de la primera fertilización

Tabla 11-3: Análisis de varianza del comportamiento en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 15 días de la primera fertilización.

Análisis de la Varianza (2 evaluación: 15 días)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Índice de robustez	90	0,28	0,25	16,09	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48,71	4	12,18	8,25	<0,0001
Tratamientos	32,10	2	16,05	10,88	0,0001
Bloques	16,60	2	8,30	5,63	0,0051
Error	125,41	85	1,48		
Total	174,12	89			

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

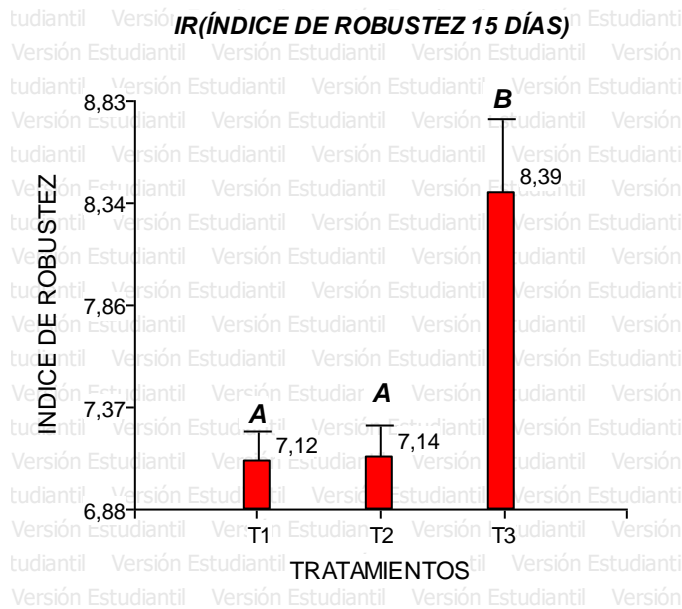
La **Tabla 11-3**, indica el análisis de varianza del índice de robustez de las plantas, evidenciando que en la evaluación realizada a los 15 días de la fertilización con Agrodey Granular y NIPOFOS soluble en concentraciones de N-P-K (10-30-10) a una dosis de 2,5 g/planta, fueron altamente significativas entre tratamientos.

Tabla 12-3: Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 15 días.

Prueba de Tukey (15 días de la fertilización)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	7,12	30	0,22	A
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	7,14	30	0,22	A
T3=Tierra Negra (90%)C.Arroz (10%)	8,39	30	0,22	B

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

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.



Gráfica 2-3. Medias del índice de robustez a los 15 días de la primera fertilización.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 2-3**, Indica los promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad, a los 15 días de la primera fertilización , demostrando que entre los T1 (granular Agrodey) y T2 (Soluble NIPOFOS) presenta un rango de significación estadística en comparación al testigo en cuanto a asimilación de nutrientes, Dando como mejor asimilación de nutrientes al tratamiento 1 con un promedio de 7,12 correspondiente a Agrodey (granular) , 7,14 para NIPOFOS (Soluble) y el testigo ((Tierra negra(90%) C. arroz (10%)) presentando un valor de 8,39 considerando a este tratamiento menos efectivo de acuerdo a los valores establecidos del IR (índice de Robustez) que va de 5 a 6 como plantas de mejor calidad.

3.1.4. Índice de Robustez a los 30 días de la segunda fertilización.

Tabla 13-3: Análisis de varianza del comportamiento de las plantas en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 30 días.

Análisis de la Varianza (3 evaluación 30 días)				
Variable	N	R²	R² Aj	CV
Índice de robustez	90	0,26	0,23	14,79

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,06	4	8,27	7,47	<0,0001
Tratamientos	25,55	2	12,77	11,55	<0,0001
Bloques	7,52	2	3,76	3,40	0,0380
Error	94,01	85	1,11		
Total	127,08	89			

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

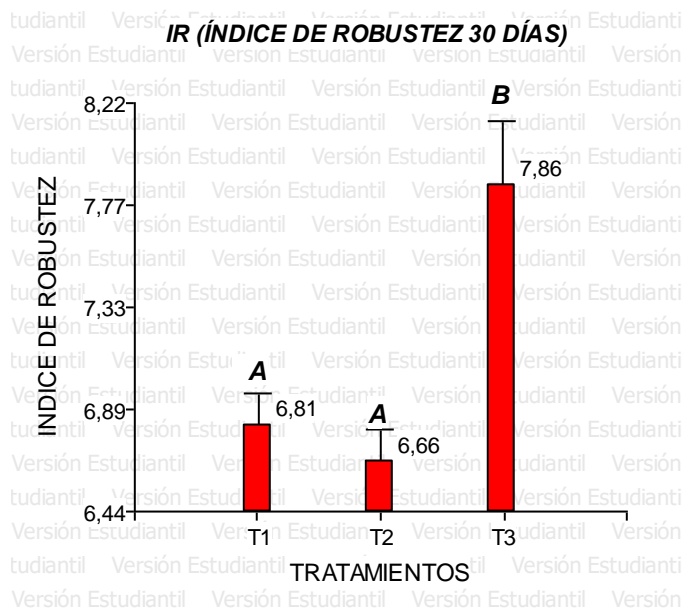
La **Tabla 13-3**, indica el análisis de varianza del índice de robustez de las plantas, aquí se puede evidenciar que la evaluación realizada a los 30 días de haber sido fertilizadas con Agrodey Granular y NIPOFOS soluble en concentraciones de N-P-K (10-30-10) a una dosis de 2,5 g/planta, fue altamente significativas indicando que al menos un tratamiento es distinto a los demás.

Tabla 14-3: Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 30 días.

Prueba de Tukey (30 días de la fertilización)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	6,66	30	0,19	A
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	6,81	30	0,19	A
T3=Tierra Negra (90%)C.arroz(10%)	7,86	30	0,19	B

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

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.



Gráfica 3-3. Medias del índice de robustez a los 30 días de la segunda fertilización.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 3-3**, indica los promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad, a los 30 días de la segunda fertilización, demostrando que entre los T1 (granular Agrodey) y T2 (Soluble NIPOFOS), en concentraciones de N-P-K (10-30-10) con una dosis de 2,5 g/planta presenta un rango de significación estadística en comparación al testigo (Tierra negra(90%) C. arroz (10%)), en cuanto a asimilación de nutrientes, Dando como mejor asimilación de nutrientes al tratamiento 2 (Soluble 10N-30P-10K (Nipofos) con un promedio de 6,66 y un 6,81 para el T1(Granular 10N-30P-10K (Agrodey) en comparación al testigo (Tierra negra(90%) C. arroz (10%)) presentando un valor de 7,86 considerando a este tratamiento como el menos efectivo de acuerdo a los valores establecidos del IR (índice de Robustez) que va de 5 a 6 como plantas de mejor calidad.

3.1.5. Índice de Robustez a los 45 días de la última fertilización

Tabla 15-3: Análisis de varianza del comportamiento de las plantas en la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 45 días

Análisis de la Varianza (4 evaluación: 45 días)					
Variable		N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de robustez		90	0,32	0,28	13,31
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,09	4	8,02	9,81	<0,0001
Tratamientos	28,59	2	14,29	17,49	<0,0001
Bloques	3,50	2	1,75	2,14	0,1240
Error	69,47	85	0,82		
Total	101,56	89			

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

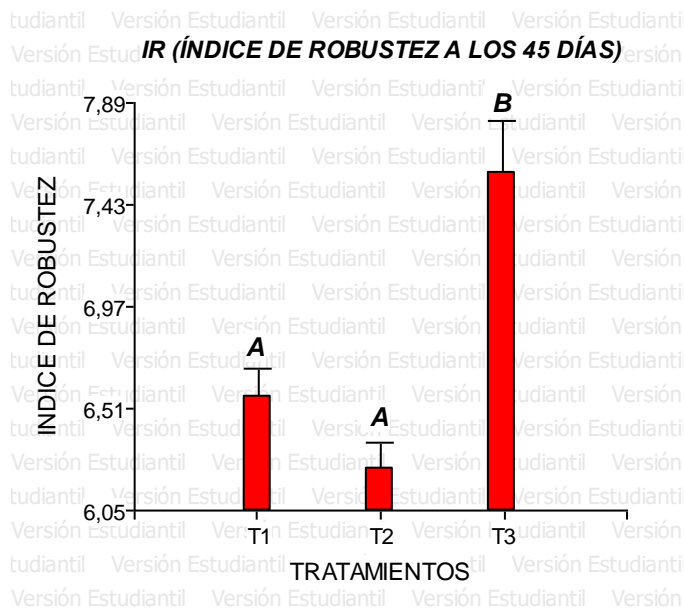
La **Tabla 15-3**, indica el análisis de varianza del índice de robustez de las plantas, aquí se puede evidenciar que la evaluación realizada a los 45 días de haber sido fertilizadas con Agrodey Granular y NIPOFOS soluble en concentraciones de N-P-K (10-30-10) a una dosis de 2,5 g/planta, fue altamente significativas indicando que al menos un tratamiento es distinto a los demás.

Tabla 16-3: Separación de medias según la prueba de Tukey en cuanto a la asimilación de nutrientes en base al índice de robustez a los 45 días.

Prueba de Tukey (45 días de la fertilización)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	6,24	30	0,17	A
T1=Granular 10N-30P-10K(Agrodey)	6,57	30	0,17	A
T3=Tierra negra (90%)C.arroz (10%)	7,57	30	0,17	B

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

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.



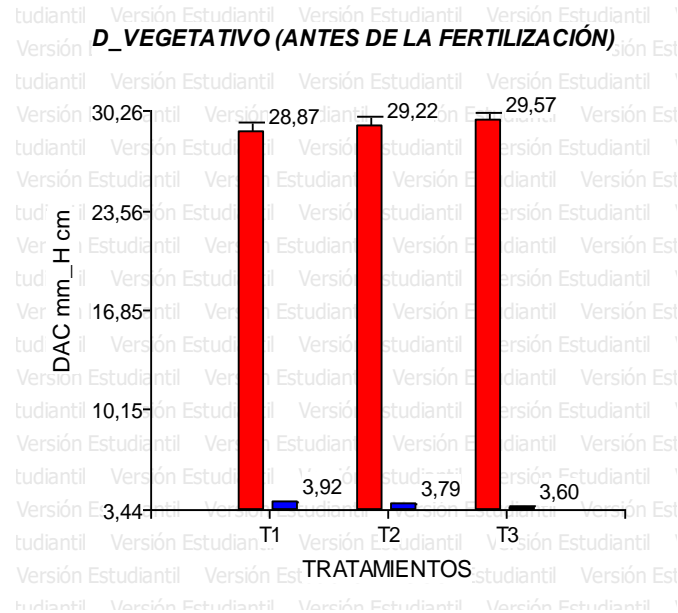
Gráfica 4-3. Medias del índice de robustez a los 45 días de la segunda fertilización.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 4-3**, Indica los promedios y prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad, a los 45 días de la tercera fertilización, demostrando que entre los T1 (granular Agrodey) y T2 (Soluble NIPOFOS), en concentraciones de N-P-K (10-30-10) con una dosis de 2,5 g/planta presenta un rango de significación estadística en comparación al testigo, en cuanto a asimilación de nutrientes, Dando como mejor resultado al tratamiento 2 (Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)) con un promedio de 6,24 y un 6,57 para el T1 (Granular 10N-30P-10K (Agrodey)) en comparación con el testigo (Tierra negra(90%) C. arroz (10%)) presentando un valor de 7,57 considerando a este tratamiento menos efectivo en cuanto a la asimilación nutricional de acuerdo a los valores establecidos del IR (índice de Robustez) que va de 5 a 6 como plantas de mejor calidad.

3.2. Desarrollo vegetativo en base al crecimiento

3.2.1. Desarrollo vegetativo antes de la fertilización



Gráfica 5-3: Promedio de altura y diámetro como línea base en el desarrollo de Pino (*Pinus radiata* D, Don).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 5-3**, muestra como línea base los promedios de los parámetros dasométricos entre tratamientos. Demostrando que el testigo (T3) presenta mayor altura promedio de 29,57 cm. Con una diferencia promedio de 0,70 cm para el T1 y 0,35 cm para el T2 y en diámetro (DAC) el T1 presenta un promedio de 3,92 mm con una diferencia de 0,32 mm para el T3 y una diferencia de 0,13 mm, para el T2. Observando que el testigo presenta menor diámetro a diferencia de los otros tratamientos no existiendo significancia en altura como en diámetro (ver anexo D y E) en base al análisis de varianza.

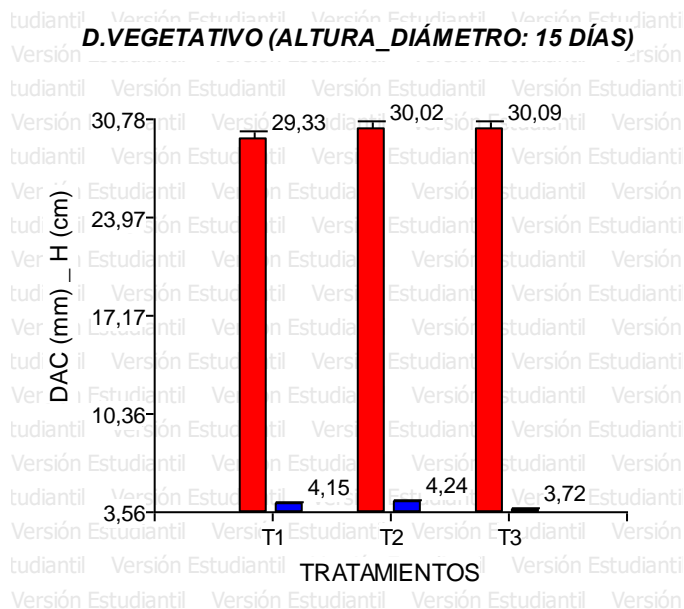
3.2.2. Desarrollo vegetativo a los 15 días de la fertilización

Tabla 17-3: Separación de medias según la prueba de Tukey (altura y diámetro) a los 15 días de la fertilización en el desarrollo de Pino (*Pinus radiata* D, Don).

Prueba: Tukey (Altura a los 15 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3=Tierra negra (90%) C. arroz (10%)	30,09	30	0,59	A
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	30,02	30	0,59	A
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	29,33	30	0,59	A
<i>Coefficiente de variación: 10,89</i>				
Prueba: Tukey (Diámetro a los 15 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	4,24	30	0,10	A
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	4,15	30	0,10	A
T3=Tierra negra (90%) C. arroz(10%)	3,72	30	0,10	B
<i>Coefficiente de variación: 13,81</i>				

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el altura y diámetros a los 15 días de haber fertilizado se encontró que entre los tratamientos en función a la altura no existieron diferencias significativas (ver anexo F), ubicándose estas medias en un solo rango (a) . Mientras que el diámetro (Dac) entre el T1 , T2 y T3 formaron 2 rangos (a y b).En el cual el testigo mostro una media menor de 3,72 mm, mostrando diferencias altamente significativas (ver anexo G) tanto el T1= 4,15 mm y T2 = 4,24 en comparación al testigo (ver tabla 17-3).



Gráfica 6-3. Promedio de altura y diámetro a los 15 de la fertilización en el desarrollo de Pino (*Pinus radiata* D, Don).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 6-3**, muestra los valores promedios de los parámetros dasométricos entre tratamientos. Demostrando que el testigo presenta una altura promedio de 30,09 cm, con una diferencia promedio mayor a 0,76 cm para el T1 y 0,07 cm para el T2. Con un diámetro (DAC) favorable para el T2 con 0,52 mm para el T3, superando al T1 (Granular) con 0,09 mm, evidenciando que en un lapso de 15 días la asimilación de nutrientes a base de Nipofos N-P-K (10-30-10) (Soluble) es mucho más visible en cuanto al crecimiento regular con relación altura/diámetro.

3.2.3. Desarrollo vegetativo a los 30 de la fertilización

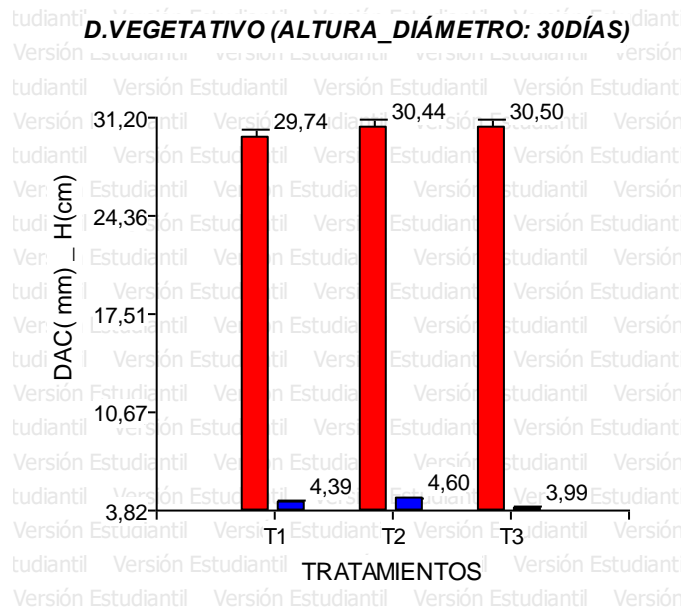
Tabla 18-3: Separación de medias según la prueba de Tukey (altura y diámetro) a los 30 días de la fertilización en (*Pinus radiata* D, Don).

Prueba: Tukey (Altura a los 30 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3= Tierra Negra (90%)C. arroz (10%)	30,50	30	0,60	A
T2=Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	30,44	30	0,60	A
T1=Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	29,74	30	0,60	A
<i>Coefficiente de variación: 10,89</i>				

Prueba: Tukey (Diámetro a los 30 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2= Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	4,60	30	0,10	A
T1= Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	4,39	30	0,10	A
T3=Tierra negra (90%)C. arroz (10%)	3,99	30	0,10	B
Coeficiente de variación: 12,96				

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el altura y diámetros a los 30 días de haber fertilizado se encontró que entre los tratamientos en función a la altura no existieron diferencias significativas ubicándose estas medias en un solo rango (a) (ver anexo H). Mientras que el diámetro (Dac) entre el T1 , T2 y T3 formaron 2 rangos (a y b) En el cual el testigo mostro una media menor de 3,99 mm, mostrando diferencias altamente significativas (ver anexo I) tanto el T1=4,39 mm y T2 = 4,60 en comparación al testigo (ver tabla 18-3).



Gráfica 7-3. Promedio de altura y diámetro a los 30 de la fertilización en el desarrollo de Pino (*Pinus radiata* D, Don).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 7-3**, muestra los valores promedios de los parámetros dasométricos entre tratamientos. Demostrando que el testigo presenta una altura promedio de 30,50 cm, con una diferencia promedio mayor a 0,75 cm para el T1 y 0,06 cm para el T2. con un diámetro (DAC) favorable para el T2 con

0,61 mm para el T3, superando al T1 (Granular) con 0,21 mm, evidenciando que a la segunda evaluación la asimilación de nutrientes a base de Nipofos N-P-K (10-30-10) (Soluble) es más visible en cuanto al crecimiento regular con relación altura/diámetro.

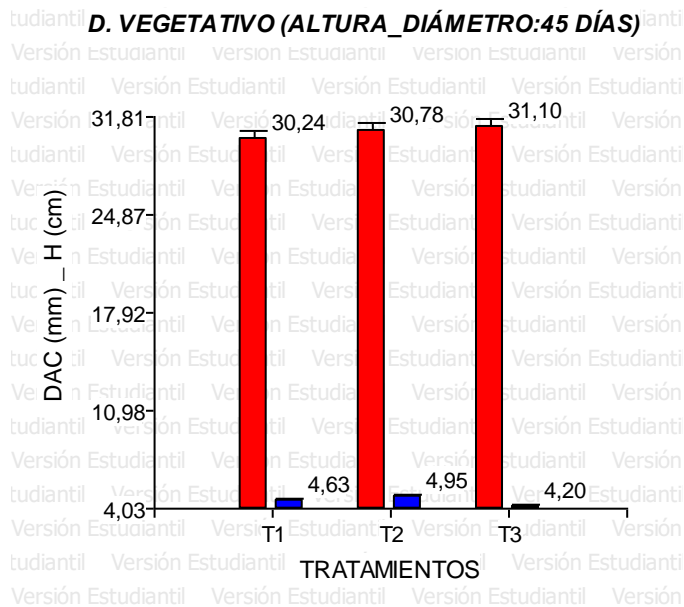
3.2.4. Desarrollo vegetativo a los 45 de la fertilización

Tabla 19-3: Separación de medias según la prueba de Tukey del desarrollo vegetativo (altura y diámetro) a los 30 días de la fertilización en (*Pinus radiata* D, Don).

Prueba: Tukey (Altura a los 45 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3= Tierra negra (90%) C.arroz (10%)	31,10	30	0,60	A
T2= Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	30,78	30	0,60	A
T1= Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	30,24	30	0,60	A
Prueba: Tukey (Diámetros a los 45 días)				
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T2= Soluble 10N-30P-10K (Nipofos)	4,95	30	0,10	A
T1= Granular 10N-30P-10K (Agrodey)	4,63	30	0,10	A
T3= Tierra negra (90%)C. arroz (10%)	4,20	30	0,10	B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>				

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el altura y diámetros a los 45 días de haber fertilizado se encontró que entre los tratamientos en función a la altura no existieron diferencias significativas ubicándose estas medias en un solo rango (a) (ver anexo J). Mientras que el diámetro (Dac) entre el T1 , T2 y T3 formaron 2 rangos (a y b) En el cual el testigo mostro una media menor de 4,20 mm, mostrando diferencias altamente significativas (ver anexo K) tanto el T1=4,63 mm y T2 = 4,95 en comparación al testigo (ver tabla 19-3).



Gráfica 8-3. Promedio de altura y diámetro a los 45 de la fertilización en el desarrollo de Pino (*Pinus radiata* D, Don).

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 8-3**, muestra los valores promedios de los parámetros dasométricos entre tratamientos. Demostrando que el testigo presenta una altura promedio de 31,10 cm, con una diferencia promedio mayor a 0,32 cm para el T2 y 0,86 cm para el T1. con un diámetro (DAC) favorable para el T2 con 0,75 mm para el T3, superando al T1 (granular) con 0,31 mm, evidenciando que a la tercera evaluación la asimilación de nutrientes a base de Nipofos N-P-K (10-30-10) (Soluble) es más visible en cuanto al crecimiento regular con relación altura/diámetro.

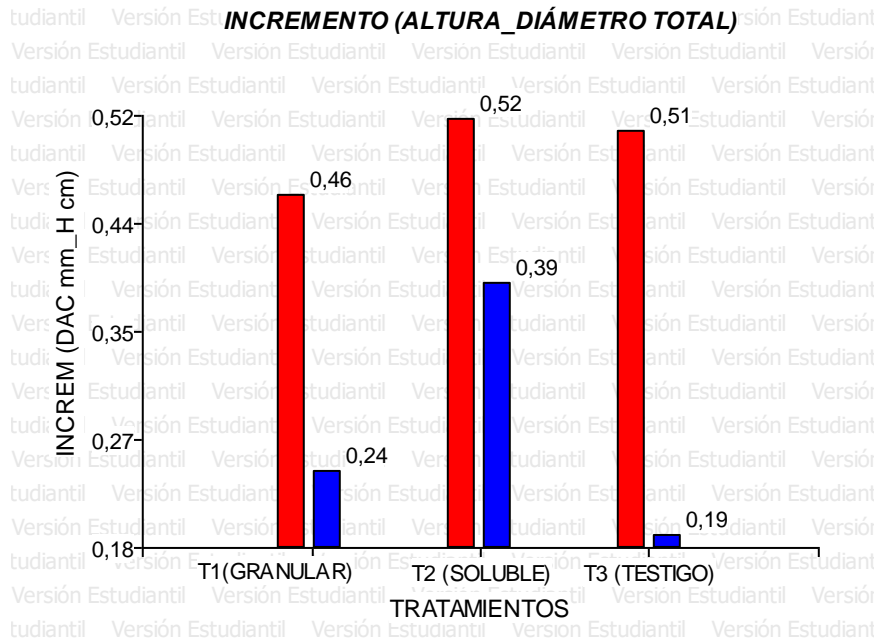
3.2.5. Incremento entre tratamiento (Altura /Diámetro)

Tabla 20-3: Incremento en diámetro y altura en *Pinus radiata* D. Don: granular Agrodey, soluble Nipofos y testigo a los 15,30 y 45 días .

DESARROLLO VEGETATIVO									
Tratamientos	Evaluación 1		Evaluación 2		Evaluación 3		INCREMENTO		
	altura (cm)	Dac (mm)	altura (cm)	Dac (mm)	altura (cm)	Dac (mm)	pro(altura)	pro(Dac)	
T1(Agrodey Granular)	0,46	0,23	0,41	0,24	0,5	0,24	0,46	0,24	
T2 (Nipofos Soluble)	0,8	0,45	0,42	0,36	0,34	0,35	0,52	0,39	

T3 (Testigo)	0,52	0,12	0,41	0,24	0,6	0,21	0,51	0,19
---------------------	------	------	------	------	-----	------	-------------	-------------

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

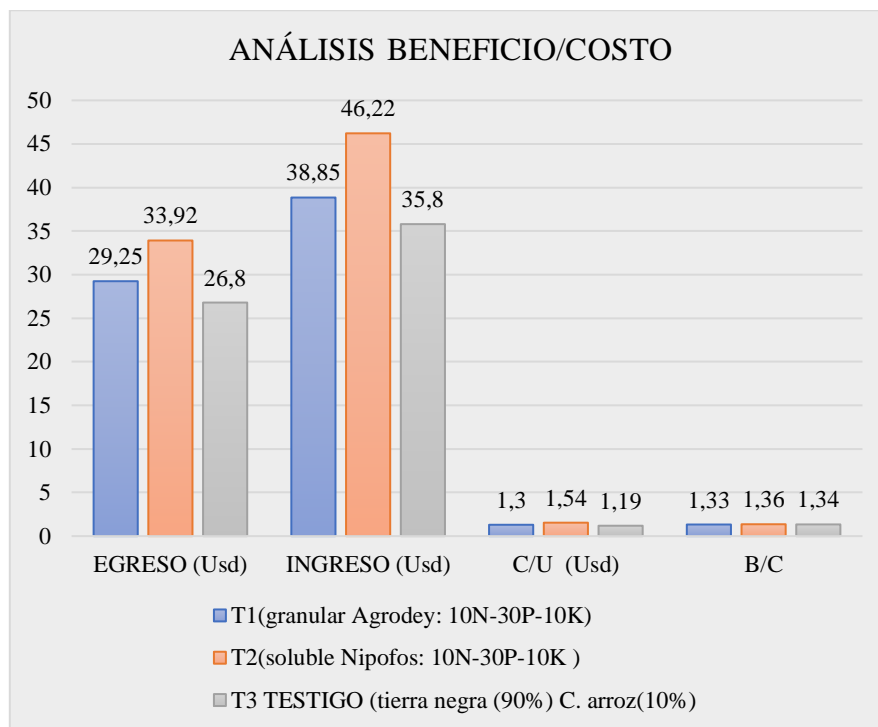


Gráfica 9-3. Incremento (diámetro/altura) en *Pinus radiata* D. Don por tratamiento

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 9-3**, muestran valores de incremento a los 15, 30 y 45 días. Pudiendo observar que el T2 (NIPOFOS SOLUBLE) presenta un incremento promedio de 0,52 cm en altura y 0,39 mm en diámetro en comparación al T1 y T3, pudiendo considerar que existe un desarrollo equilibrado con relación al índice de robustez. Evidenciando que el tratamiento 2 presenta mejores promedios en cuanto a calidad y desarrollo vegetativo .

3.3. Costo beneficio.



Gráfica 10-3. Análisis del beneficio/costo entre tratamientos.

Realizado por: Cusquillo, Brayan, 2021.

La **gráfica 10-3**, muestra los valores de egreso, ingresos, el costo de la plántula en unidad y el valor costo/beneficio. Donde se puede evidenciar que el t2 aun presentando un monto inicial de inversión más alto (33,92 usd.) al t1 (29,25 usd.) y t3 (26,8 usd.), esta presenta mayor ganancia y mejor costo por plántula con un valor de 1,54 usd. Pudiendo evidenciar que el tratamiento 2 (soluble Nipofos: 10N-30P-10K) en base al B/C de 1,36 indica que por cada dólar invertido se gana 0,36 ctvs. En comparación al t1 con 0,33 ctvs y 0,34 ctvs del t3 de ganancia.

3.4. Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos del sustrato (Contenido de las fundas), Tierra negra 90% - cascarilla de arroz 10 % se pudo determinar que existen niveles altos de N -P - K, en un rango de 76 – 49 – 1,02 (ppm), valores que están dentro de los rangos establecidos en el método de Olsen modificado, quien indica que niveles altos de nitrógeno, Fosforo y Potasio van >41, 15 - 45 (>45) y 0,7-2,0 respectivamente (Aguilar, Etchevers y Castellanos, 1987, p. 5-6), demostrando que no existió deficiencias nutricionales de estos elementos en el suelo.

El sustrato a base de Tierra negra 90% - cascarilla de arroz 10 % (contenido de las fundas), en el que se propago inicialmente las plántulas de pino para esta investigación cubría las necesidades nutricionales para su adaptación. Corroborando lo dicho por (Azua, 2001, p. 20-21) quien menciona que suelos con características como: humedad, drenaje y altos niveles de nutrientes contribuyen en su crecimiento y calidad de *Pinus radiata* D. Don.

De acuerdo a una investigación realizada por (Rueda et al., 2018, p. 75), referente a la calidad de plantas (IR) a nivel de vivero se pudo determinar que 5 especies de *Pinus spp*, de 8 meses de edad producidas en distintos viveros de Jalisco poseían una calidad media a baja con promedios de 20, 7,5 - 12,8 y 6,0, Índices de Robustez similares a los evaluados en plantas de *Pinus radiata* D. Don, de 6 meses de edad de nuestra investigación (7,28 - 7,79 y 8,53), valores de calidad sin una previa fertilización.

A partir de los resultados obtenidos del IR (índice de robustez) a los 15 días del T1 se obtuvo (7,11), T2=(7,13) y T3=(8,39) a los 30 días: T1=(6,81), T2=(6,66) y T3=(7,85) y a los 45 días: T1=(6,56), T2=(6,24) y T3=(7,54), a base de dos fertilizantes químicos granular (Agrodey), Solubles (Nipofos) y Tierra negra 90% - cascarilla de arroz 10% (testigo) respectivamente. Donde se acepta la hipótesis alternativa, la cual determina que el fertilizante soluble, obtuvo un índice de robustez aceptable a los rangos que califican la calidad de planta establecida por (Escamilla et al., 2015, p. 331) quien indica que los valores que van de <6,0 como alta calidad, 6,0 a 8,0 media y >8,0 de baja calidad en cuanto a la asimilación de nutrientes y crecimiento normal de las plantas. Resultados que guardan relación con la investigación realizada por (Tinoco y Ramírez, 2014, p. 5-15) en *Pinus oocarpa* donde se evaluó concentraciones de N-P-K (granular) en la cual se obtuvo resultados de índice de robustez de (IR= 8,55, 9,41 y 10,42). valores inferiores a los obtenidos en nuestra investigación a base del fertilizante (soluble) en concentraciones de 10N-30P-10K en un tiempo de

evaluación de 45 días. Por lo que se pudo determinar que la fertilización mediante fertirriego (soluble) en cuanto a la asimilación de nutrientes es mucho más fácil para las plántulas asimilarlas en menor tiempo, en comparación al fertilizante granular, y tierra negra (90%) – cascarilla de arroz (10%). Corroborando estos resultados en base a la investigación de (López et al., 2016, p. 4), donde se determinó calidad de las plantas (IR), mediante índice de robustez aplicando 4 niveles de fertilizante granular nitrogenado en *Pinus greggii* Engelm de 8 meses de edad, en el cual se obtuvo promedios de 8,51, 6,74, 6,73 y 7,01 similares al T1= Agrodey granular (N10-P30-K10) y T3= (tierra negra 90%- cascarilla de arroz 10%), valores mucho más alejados a lo establecido por (Escamilla et al., 2015, p. 331) y los evaluados por nuestra investigación en cuanto a calidad de plántulas.

En base a los promedios de altura y diámetros tomados a las plantas de *Pinus radiata* D, Don que poseían 6 meses de edad sin haber aplicado algún tratamiento previo se obtuvo T1=(28,87cm, 3,92mm), T2=(29,22 cm, 3,79 mm) y T3=(29,57cm, 3,60 mm) como se puede observar en la gráfica 5-3 logrando resultados superiores en un lapso de 15, 30 y 45 días, (ver gráfica 6-3) (gráfica 7-3) y (gráfica8-3) bajo fertilización química con una concentración de 10N-30P-10K tanto Granular y soluble, valores promedios entre tratamientos de: T1=(30,24 cm, 4,63 mm), T2=(30,78 cm, 4,95 mm) y T3=(31,10 cm, 4,20 mm). Logrando incrementos promedios (gráfica 10-3), en 45 días de T1=(0,46 cm, 0,24mm), T2=(0,52cm, 0,39 mm) y T3=(0,51 cm, 0,19 mm), notando nuevamente que el tratamiento 2 a base de fertilizante soluble muestra resultados favorables en cuanto al crecimiento adecuado de las plantas (altura/diámetro) pronosticando mejor desarrollo vegetativo, valores superiores a los obtenidos por (Guevara, 2019, p. 60-62) quien evaluó estos parámetros de crecimiento a plántulas de *Pinus radiata* D, Don de la misma edad a base de micorrización. Obteniendo datos de altura y diámetros inferiores correspondientes a 24,76 cm y 2,58 mm, definiendo a estas plántulas como propensas a sufrir complicaciones por los efectos climatológicos por la desproporción entre la altura y diámetro (Escamilla et al., 2015, p. 331).

(Madrid et al., 2020, p. 456) Evaluó parámetros de altura y diámetro en *Pinus cembroides* a base de fertilización granular en concentraciones de 18N-6P-12K y una dosis complementaria de fertilizante hidrosoluble (19N-19P-19K) donde el valor de la media evaluada al final de su investigación fue de 28,3 cm de altura y 3,70 mm (Dac), resultados menores a los promedios obtenidos en nuestra investigación en la cual se obtuvo una media de 30,78 cm (h) y 4,95 mm (dac) a base del fertilizante soluble en concentraciones de 10N-30P-10K. Determinando que aquellos fertilizantes químicos solubles son una fuente fácil y rápida en la disponibilidad y asimilación de nutrientes.

En cuanto a la evaluación económica, el costo de producción entre tratamientos incluyendo su implementación el tratamiento a base de Nipofos soluble (N10-P30-K10) presenta una mayor inversión en comparación a los demás tratamientos, cuya ventaja con relación al beneficio/costo fue de 1,36 y un costo por unidad/planta de 1,54 ctvs. Llegando a mostrar mayor ingreso económico para un productor ya que por cada dólar invertido este obtiene una ganancia de 36 centavos valor superior tanto para los demás tratamiento de nuestra investigación (anexo L) y a lo obtenido por (Viera, 2013, p. 36) quien evaluó tratamientos a base de fertirriego (fertilizante soluble) en *Pinus radiata*, cuyo beneficio/costo obtenido fue de 1,10 lo que indica que por cada dólar de inversión solo obtiene un 10 % de ganancias.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que el uso de fertilizantes químicos (granular= N10-P30-K10, Soluble=N10-P30-K10), ayudan en la fácil disponibilidad de nutrientes en *Pinus radiata*, beneficiando en cuanto a características de calidad (índice de robustez) y el adecuado desarrollo vegetativo dentro de la etapa de vivero, pudiendo concluir que la fertilización en el ciclo de repique es una práctica importante para evitar altos nivel de mortalidad cuando se establezcan dentro de un marco de plantación.
- Al evaluar el efecto de los dos fertilizantes químicos en el comportamiento de las plantas de *Pinus radiata* D. Don, en periodos de 15, 30 y 45 días, se pudo concluir que la asimilación de nutrientes en cuanto a la calidad vegetativa con fertilizantes solubles (T2=IR de 6,24), llegan a ser altamente efectivo en comparación a fertilizantes granulares, T1=(6,56) y suelos o sustratos utilizados en esta etapa de vivero (IR=7,56). Pudiendo decirse que la disponibilidad de nutrientes mediante fertiirrigación con abonos químicos solubles brinda mayor accesibilidad de nutrientes para las raíces. Considerando que se tuvo un periodo relativamente corto de evaluación.
- El tratamiento compuesto de fertilizante químico soluble (Nipofos 10N-30P-10K) presentó un mejor desempeño en el desarrollo vegetativo tanto en la altura como en su diámetro con una media de 30,78 cm y 4,95 mm respectivamente obteniendo un incremento equilibrado (altura/diámetro) del $\bar{x}=0,52$ cm (h) y 0,39 mm (Dac) a diferencia de los demás tratamientos evaluados. Concluyendo que aquellas plantas que presentan una altura adecuada al diámetro no se verán propensas a ser afectadas por factores climáticos al encontrarse en su sitio definitivo.
- El análisis beneficio/costo, donde el mejor tratamiento con fertilizante soluble a concentraciones de N10-P30-K10 se obtuvo un valor de 1,36 usd. Pudiendo concluir que por cada dólar de inversión para la producción de plántulas a base de fertilización , se obtiene un beneficio de 0,36 usd, mientras que los demás tratamientos no obtienen ganancias mayores aun teniendo menor inversión.

RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones con *Pinus radiata* D, Don. considerando el primer día de trasplante y un con un periodo de evaluación mucho mayor extenso al realizado en esta investigación.
- Incorporar nuevas tecnologías y medios de investigación para determinar la calidad de las plantas con mayor exactitud.
- Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación a los viveristas con el fin de dar a conocer que la fertilización en etapa de vivero puede ayudar a disminuir ciclos de crecimiento de las plantas.
- Evaluar el comportamiento del vigor vegetal en *Pinus radiata* D, Don, a base de fertilizantes orgánicos líquidos y químicos solubles.
- Realizar un seguimiento de las plántulas de *Pinus radiata* D. Don utilizadas en nuestra investigación una vez establecidas en plantación con el fin de determinar su comportamiento fuera de vivero.

GLOSARIO.

Asimilación: Fenómeno producido en las raíces donde se produce un gasto energético directo, donde existe una aceleración/interacción entre los nutrientes y el carbono (Escudero y Mediavilla, 2003, p. 3).

Especies díclinas: Conocidas como especies unisexuales. donde su producción de flores masculinas y femeninas suelen aparecer en distintas etapas del periodo vegetativo, lo cual viene determinado por los polinizadores (Cubas, 2008, p. 23).

Lignificación: Producción de lignina sobre la membrana celular, contribuyendo al incremento en volumen y rigidez a una planta llegando a limitar el crecimiento desproporcionado del vegetal (Asturnatura.com, 2004).

Pinabete: conocido como *Abies guatemalensis* Rehder científicamente, Familia de las coníferas. Árbol de una altura de 50 m y 4m de diámetro en etapa adulta, con forma piramidal, característica de las coníferas (Cano, 2017, p. 1).

Zeolitas: Grupo de aluminio-silicatos de aspecto cristalinos con la capacidad de incorporar y brindar agua sin sufrir cambios al realizar estos procesos. Mineral que existe de forma abundante en la composición de la corteza terrestre (Costafreda, 2014, p. 4).

BIBLIOGRAFÍA

AGROFORMACIÓN, Iberf., *Fertilización de suelos* [blog]. 2018. [Consulta: 9 de abril del 2021]. Disponible en: <https://agro.iberf.es/fertilizacion-suelo/>

AGUILAR, A; et al. "Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo". Agrolab [en línea], 1987, (México) 3(2), pp 1-15. [Consulta: 5 de agosto del 2021]. ISO 17025-2005. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema12/medida.htm>.

ANILEMA CARANQUI, José Ignacio. Aplicación de tres dosis de fertilizante en el crecimiento y desarrollo de *Alnus acuminata* kunth, (aliso) en la comunidad de Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.[en línea]. (Trabajo de Titulación) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba-Ecuador, 2018. pp. 13-15. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10365/1/33T0200.pdf>.

ARÉVALO DE GAUGGEL, Gloria; et al. " Manual Fertilizantes y Enmiendas" PROMIPAC [en línea], 2009 (El Zamorano - Honduras). p. 33. [Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en: https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf.

ARVENSIS, Agro., *GAMA NIPOFOS NPK CRISTALINOS*. [blog]. [Consulta: 8 noviembre 2021]. Disponible en: <https://insusemillas.com/prueba/images/Archivos/NIPOFOS-30-10-10-FPW-FS.pdf>.

ASTURNATURA.Com., *Diaclasa - Diccionario de la Naturaleza*. [blog]. 2004. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/diccionario/lignificacion/569.html>.

AZUARA ARTEAGA, Sergio, El *Pinus radiata* D. Don en su habitat natural. [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, División De Agronomía, México .2001. pp. 20-21. [Consulta: 31 agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/832/56789s.pdf?sequence=1>

BONILLA, Carlos; et al. *Manejo de viveros forestales*. [en línea]. Ecuador, 2014. [Consulta: 17 abril 2021]. pp. 1-21. Disponible en: <https://www.jica.go.jp/project/spanish/ecuador/001/materials/c8h0vm00008bcae4-att/manejo.pdf>.

BRICHLER, T; et al. "La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica". *Forest Systems*, vol. 7, no. 1. ISSN 2171-9845. DOI 10.5424/594, pp. 109-121. [en línea], 1998, (España) 7 (1 y 2). pp. 113-114. [Consulta: 10 abril 2021]. DOI 10.5424/594, ISSN 2171-9845 Disponible en: https://redib.org/Record/oai_articulo722143-la-planta-ideal-revisi%C3%B3n-del-concepto-par%C3%A1metros-definitorios-e-implementaci%C3%B3n-pr%C3%A1ctica

BURGOS GUERRA, José Andrés. Efectos de tres concentraciones de fertilizantes en el crecimiento vegetativo de *Pinus radiata* D. Don, en condiciones de vivero en el sector de Itulcachi, parroquia Pifo, provincia de Pichincha. [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Los Rios. 2019. pp. 8-16. [Consulta: 8 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3894/1/T-UTEQ-0099.pdf>.

CAMONES MELGAREJO, Roberto Donato. Producción de plántones de Pino (*Pinus radiata* D. Don) con cuatro tipos de micorrización, en el Distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Región Ancash. [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad De Ingeniería, Arquitectura, Escuela Profesional De Ingeniería Agronómica. Moquegua-Perú. 2017. pp. 16. [Consulta: 9 abril 2021]. Disponible en: http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/405/Reynaldo_Tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1

CANO MORALES, Enrique Edwin. "Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala(Pinabete: *Abies guatemalensis* Rehder)". Instituto Nacional de Bosques: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [en línea], 2017, (Guatemala), pp. 1. [Consulta: 10 mayo 2021]. Disponible en: http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/405/Reynaldo_Tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1

COSTAFREDA MUSTELIER, Jorge Luis. "Tectosilicatos con características especiales: las zeolitas naturales,tectosilicatos con características especiales: las zeolitas naturales rocas y minerales industriales". Fundación Gómez-Pardo [en línea], 2014, (Madrid) 38(7), p. 4. [Consulta: 20 noviembre 2021]. ISSN 15535231 DOI 10.3934/dcds.2018148. Disponible en: https://oa.upm.es/32548/1/Tectosilicatos_Costafreda.pdf

CUBAS, Paloma. *Angiospermas (plantas con flores)*. [blog], 2008 [Consulta: 2 septiembre 2021]. pp. 4. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/bot/23.pdf>.

CUBERO, Diogenes; & VIEIRA, Marcos J. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos...¿son compatibles con la agricultura?.[en línea], 1999. [Consulta: 11 abril 2021]. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf.

DICKENS, David; et al. "Fertilización en Plantaciones de Pino". *Informaciones Agronómicas* [en línea], 2005, (Quito - Ecuador) 87(1), pp. 1. [Consulta: 11 abril 2021].Disponible en: www.inpofos.org.

DUMROESE, R. Kasten; et al. "Fases de cultivo: Establecimiento y crecimiento rápido: Producción de plantas en viveros forestales". ResearchGate [en línea], 2012. pp. 133.[Consulta: 17 abril 2021]. ISBN 978-987-510-209-5. Disponible en: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_2012_dumroese_k004.pdf.

ESCAMILLA HERNÁNDEZ, Nohemí; et al. " Effect of controlled release fertilizers on growth of teak plants (*Tectona grandis*) on Nursery". *Fitotec. Mex* [en línea], 2015 (Chapingo-México) 38(3), pp. 331. [Consulta: 17 julio 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61040691012>

ESCUADERO, A; & MEDIAVILLA, S. " Dinámica interna de los nutrientes". *Ecosistemas* [en línea], 2003. (Alicante-España) 12(1), pp. 3. [Consulta: 2 septiembre 2021]. ISSN 1132-6344. DOI 10.7818/re.2014.12-1.00 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54012105>.

ESPINOZA ARGOLLO, Roxana Emilse, Efectos de dos tratamientos pregerminativos y tres niveles diferentes de sustratos en la germinación de pino (*Pinus radiata* D. Don.). [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Mayor de San Andres Facultad De Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, La Paz - Bolivia. 2014. pp. 4. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5280>.

FAO, "Los fertilizantes y su uso". *Ifa* [en línea], 2002. pp. 30-32. [Consulta: 11 junio 2021]. ISBN 9253044144. Disponible en: <http://www.fertilizer.org>.

FORESTAL, Ecuador, *Ficha técnica No.11 Pino*. [blog]. 2009. S.l.: s.n. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/download/contenido/pino.pdf>.

GONZÁLEZ ARGANDAR, Crispín, El uso de fertilizantes líquidos para el fertirriego. [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo - Coahuila. 2007. pp. 24. [Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/356/1/CrispinGonzalezArgandar.pdf>

GUEVARA ROJAS, Marín, Inoculación con dosis de tierra micorrizada y *Suillus luteus* comercial en la producción de plántulas de *Pinus radiata* D. Don, en Paquecc (2510 msnm), Huanta - Ayacucho [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Ayacucho-Perú. 2019. pp. 60-62. Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3585/TESISAG1251_Gue.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

INAMHI, *Republica del Ecuador Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Anuario Meteorológico*. [blog]. 2014. [Consulta: 23 abril 2021]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am2012.pdf>

INAMHI; et al. “Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio a Nivel Nacional Escala 1: 25 000”. Memoria Técnica [en línea], 2012, (Chambo- Ecuador), pp. 5-11. [consulta: 29 junio 2021]. ISSN 1098-6596. Disponible en: <https://docplayer.es/54880147-Memoria-tecnica-canton-chambo-proyecto-generacion-de-geoinformacion-para-la-gestion-del-territorio-a-nivel-nacional-escala-1-25.html>.

INCAHUAMÁN SAUÑE, Viky Rocío, Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento inicial de Pino (*Pinus Radiata*), en vivero forestal de Kesari - Circa-Abancay [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Agronomía, Abancay -Apurímac. 2019. pp.5. [Consulta: 9 abril 2021]. Disponible en: [http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/169/Efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento inicial de pino.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/169/Efecto%20de%20los%20abonos%20orgánicos%20en%20el%20crecimiento%20inicial%20de%20pino.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ITURRIAGA MEJÍA, Julinho Froilán. Comparativo de aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en pino (*Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schl et Cham), en condiciones del Centro Agronomico K'ayra-Cusco [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, (Cusco- Perú). 2017. pp. 11. [Consulta: 8 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1808>.

JIMÉNEZ PERIS, Francisco Javier, "Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación" Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; Secretaria General De Estructuras Agrarias [en línea], 1994, (Madrid-España), 6(93), pp. 28-29. [Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf.

LÓPEZ AGUILAR, Héctor Alfredo; et al. " Método no destructivo para evaluar el vigor vegetal en especies forestales cultivadas en vivero [en línea], 2016 (Chihuahua-México), pp. 4. [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1765/1/Folio_No_E033_EXTENSO_semana_FAZ_UJED.pdf.

MADRID AISPURO, Rosa Elvira; et al. " Crecimiento de *Pinus cembroides* ZUCC. En vivero en diversos sustratos y fertilizantes" . ResearchGate [en línea], 2020, (México) 54(4), pp. 456. [Consulta: 15 abril 2021]. ISSN 14053195. DOI 10.47163/agrociencia.v54i4.2051. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/348070803>

NAVALL, Marcelo. "Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase" INTA EEA [en línea], 2006, Santiago del Estero, pp. 3. [Consulta: 16 abril 2021]. pp. 1-14. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-viveroforestal.pdf>

NÚÑEZ GÓMEZ , Claudia Del Carmen. Efecto de la Fertilización Química, Orgánica y Combinada en un Cultivo de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini [en línea]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento de Botánica. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Coahuila-México. 2014. pp. 22-23.[Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6313/T2012>

ORTEGA, U; et al. "Efecto de la fertilización y endurecimiento en vivero en el establecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* D.Don" [en línea]. 1997. pp.1-2. [Consulta: 16 abril 2021]. Disponible en: http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/viewFile/16174/16017.

PAREDES BAUTISTA, David Ismael , Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto Superior De Investigación Y Posgrado, (Quito-Ecuador). 2014. pp. 1. [Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2866/1/T-UCE-0004-7.pdf>.

PIÑUELA, Alirio; et al. " Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales". Fundación Danac (ResearchGate) [en línea], 2013. pp. 8. [Consulta: 14 abril 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/278679789_GUIA_PARA_EL_ESTABLECIMIENTO_Y_MANEJO_DE_VIVEROS_AGROFORESTALES/link/5583763e08ae8bf4ba6f9289/download.

PRIETO RUÍZ, José Ángel; et al. *Producción de Planta del Género Pinus en Vivero en Clima Templado Frío* [en línea] .28 ed. Mexico , D.F. 2009. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias). ISBN 9786074251333. pp. 6. Disponible en: <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09>

REYES QUIÑONES, Juan. *Manual diseño y organización de viveros* [en línea]. 2015. Santo Domingo - República Dominicana. [Consulta: 17 abril 2021]. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/>

RODRÍGUEZ S, Mariela; & FLÓREZ R, Víctor J. "Elementos Esenciales Y Beneficiosos". Cytel [en línea], 2004. (Colombia- Bogotá), pp. 30-32., n(3), [Consulta: 18 abril 2021]. pp. 25-36. Disponible en: <http://www.cytel.org>.

RODRIGUEZ, Nancy. *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso* [blog]. 2021. [Consulta: 8 noviembre 2021]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-cost-beneficio>.

RUEDA SÁNCHEZ, Agustín; et al. “Calidad De Planta Producida En Los Viveros Forestales De Jalisco”. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, [en línea], 2018, (México) 3(14), pp.15. [Consulta: 1 julio 2021]. ISSN 2007-1132. DOI 10.29298/rmcf.v3i14.475. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v3n14/v3n14a6.pdf>

SÁENZ REYES, J; et al. “Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero “Morelia”, estado de Michoacán”. Revista Mexicana de Ciencias Forestales [en línea], 2014, (Michoacan-México) 5(26), pp. 3. [Consulta: 18 abril 2021]. ISSN 2007-1132. pp. 98-111. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63439016008>.

TENORIO ESPÍN, Marlon René. Evaluación de cuatro sustratos para la reproducción sexual de *swietenia macrophylla* (caoba) en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la ciudad Riobamba, Provincia de Chimborazo. [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. (Riobamba -Ecuador). 2018., pp. 28. [Consulta: 25 abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10374>

TERRALIA, Nitrógeno 12% + Fósforo 25% + Potasio 12%. GR: Agroquímicos de México.[blog]. [Consulta: 24 abril 2021]. Disponible en: https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=14500.

TINOCO LÓPEZ, Jiltza.; & RAMÍREZ RAMÍREZ Osmany. Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de *Pinus oocarpa* Schiede y su desarrollo inicial en plantación. [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, (Managua-Nicaragua). 2014., pp. 7. [Consulta: 18 abril 2021]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04t591.pdf>.

VELÁSTEGUI COLOMA, Carlos Andrés. Evaluación de tres dosis de fertilizante en plantación de *Pinus radiata* D. Don En la Escuela de formación de soldados del Ecuador, parroquia Pisque, Cantón Ambato [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. (Riobamba- Ecuador). 2017. pp. 17-20. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7662/1/33T0169.pdf>.

VIERA SINCHIGUANO, Edgar Stalin. Propagacion de plantulas de pinus radiata (d. don, en camas elevadas y diferentes frecuencias de fertilizacion.) [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Carrera Ingenieria Agropecuaria. (Quevedo - Ecuador). 2013. pp. 36. [Consulta: 19 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2208/1/T-UTEQ-0248.pdf>.

CRISTHIAN
FERNAND
O
CASTILLO
RUIZ

Firmado
digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2022.03.21
09:43:03 -05'00'

ANEXOS.

ANEXO A: INICIO Y ESTABLECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.



	
<p>Selección de las plántulas de Pino que posean una altura y diámetro promedio.</p>	<p>Limpieza y desinfección de la cama donde se implementará el diseño experimental</p>
	
<p>Establecimiento del diseño experimental con su respectiva identificación y codificación de las unidades experimentales</p>	<p>Recolección de la muestra de suelo de todas las plantas para determinar el nivel de N-P-K</p>

ANEXO B: EVALUACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS

	
<p>Recolección de datos (evaluación a los 0-15-30-45 días) de la altura de cada bloque/tratamientos.</p>	<p>Recolección de datos (evaluación a los 0-15-30-45 días) del diámetro de cada bloque/tratamientos.</p>
	
<p>En base al análisis de suelo se aplicó mediante una balanza digital la dosis de N-P-K (10-30-10) de fertilizante granular.</p>	<p>Aplicación de fertilizante granular en una dosis de 0, 5 gr A los 0, 15 y 30 días</p>

ANEXO C: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

	
<p>Fertilización con NIPOFOS soluble N10-P30-K10 se realizó caballetes para poder realizar su fertirriego.</p>	<p>Aplicación de fertilizante soluble en una dosis de 0, 5 gr/1ltr A los 0, 15 y 30 días</p>
	
<p>Dilución del fertilizante soluble en un balde de 15 litros.(actividad realizada tres veces a los 0,15 y 30 días)</p>	<p>Sistema de riego casero, individual para cada plántula de pino del tratamiento 2</p>

	
<p>El riego establecido para cada plántula fue un promedio de 0,4 ml por minuto para que aproximadamente en 3 días mediante goteo</p>	<p>Goteo lento evitando inundación y desperdicio del fertilizante.</p>

ANEXO D: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm)

Análisis de varianza (ALTURA Cm)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura cm	90	0,05	3,3E-03	11,12	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,34	4	11,34	1,07	0,3745
Tratamientos	7,39	2	3,70	0,35	0,7055
Bloques	37,95	2	18,97	1,80	0,1719
Error	897,00	85	10,55		
Total	942,34	89			
Prueba de tukey antes de la fertilización (Altura cm).					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T3	29,57	30	0,59	A	
T2	29,22	30	0,59	A	
T1	28,87	30	0,59	A	

ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm)

Análisis de varianza (DIÁMETRO mm)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
DAC mm	90	0,16	0,12	14,21	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,70	4	1,17	4,09	0,0044
Tratamientos	1,52	2	0,76	2,65	0,0768
Bloques	3,18	2	1,59	5,54	0,0055
Error	24,38	85	0,29		
Total	29,08	89			
Prueba de tukey antes de la fertilización (Dac mm)					
TRATAMIENTOS	Medias		n	E.E.	
T1	3,92		30	0,10	A
T2	3,79		30	0,10	A
T3	3,60		30	0,10	A

ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 15 DÍAS

Análisis de varianza (ALTURA Cm)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Altura cm	90	0,04	0,00	10,89	
Análisis de la Varianza (altura: 15 días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38,45	4	9,61	0,91	0,4609
Tratamientos	10,45	2	5,22	0,50	0,6109
Bloques	28,00	2	14,00	1,33	0,2704
Error	895,95	85	10,54		
Total	934,40	89			

ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm) A LOS 15 DÍAS

Análisis de varianza (DAC mm)					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
DAC mm	90	0,22	0,18	13,81	
Análisis de la Varianza (Diámetro 15 días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,45	4	1,86	5,99	0,0003
Tratamientos	4,56	2	2,28	7,33	0,0012
Bloques	2,89	2	1,45	4,65	0,0122
Error	26,44	85	0,31		
Total	33,89	89			

ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 30 DÍAS

Análisis de varianza (ALTURA cm)					
Variable	N	R²	R² Aj	Cv	
Altura Cm	90	0,04	0,00	10,89	
Análisis De La Varianza (Altura: 30 Días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	P-Valor
Modelo	40,98	4	10,24	0,95	0,4417
Tratamientos	10,52	2	5,26	0,49	0,6171
Bloques	30,46	2	15,23	1,41	0,2508
Error	920,74	85	10,83		
Total	961,71	89			

ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (mm) A LOS 30 DÍA

Análisis de varianza (Diámetro mm)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
DAC mm	90	0,21	0,18	12,96	
Análisis de la Varianza (diámetro: 30 días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,31	4	1,83	5,81	0,0003
Tratamientos	5,77	2	2,89	9,18	0,0002
Bloques	1,54	2	0,77	2,44	0,0930

Error	26,73	85	0,31
Total	34,04	89	

ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) A LOS 45 DÍAS

Análisis de varianza (ALTURA cm)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
ALTURA CM	90	0,04	0,00	10,72	
Análisis de la Varianza (altura: 45 días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39,98	4	9,99	0,92	0,4552
Tratamientos	11,32	2	5,66	0,52	0,5952
Bloques	28,66	2	14,33	1,32	0,2721
Error	921,61	85	10,84		
Total	961,59	89			

ANEXO K: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DIÁMETRO (cm) A LOS 45 DÍAS

Análisis de varianza (Diámetro mm)					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
DAC mm	90	0,28	0,24	11,70	
Análisis de la Varianza (diámetro: 45 días)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,34	4	2,33	8,09	<0,0001
Tratamientos	8,51	2	4,26	14,75	<0,0001
Bloques	0,82	2	0,41	1,43	0,2460
Error	24,53	85	0,29		
Total	33,86	89			

ANEXO L: ANÁLISIS COSTO BENEFICIO POR TRATAMIENTO.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
		T3 TESTIGO (tierra negra (90%) C. arroz(10%))	T1(granular Agrodey: 10N-30P-10K)	T2(soluble Nipofos: 10N-30P-10K)
Costo inicial de las plantas (Pinus radiata D, Don)	1	\$ 9,00	\$ 9,00	\$ 9,00
Costo del fertilizante	2	\$ 0,05	\$ 2,50	\$ 2,92
Consumo de agua (ctvs)	4	\$ -	\$ -	\$ -
Sistema de Riego	5	\$ -	\$ -	\$ 5,00
Sustrato (tierra negra 90% - cascarilla 10%)	6	\$ 3,50	\$ 3,50	\$ 3,50
Materiales de Riego	7	\$ 2,25	\$ 2,25	\$ 1,50
Costo de instalación	8	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00
EGRESOS		\$ 26,80	29,25	33,92
INGRESOS				
Valores agregar				
costo por unidad de planta	1	\$ 0,89	\$ 0,98	\$ 1,13
Riego	2	\$ 0,30	\$ 0,30	\$ 0,30
Costo (funda/fertilizante)	3	\$ -	\$ 0,02	\$ 0,11
Costo total por unidad	4	\$ 1,19	\$ 1,30	\$ 1,54
venta de plantas por tratamiento		35,80	38,85	46,22
B/C		1,34	1,33	1,36

ANEXO M: ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO (NITRÓGENO -FOSFORO Y POTASIO).

MC-LASPA-2201-01

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 21-0559

NOMBRE DEL CLIENTE: Cusquillo Quispillo Brayan David
PETICIONARIO: Cusquillo Quispillo Brayan David
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Cusquillo Quispillo Brayan David
DIRECCIÓN: Santa Teresita vía Ilapo San José de Chocón

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 05/07/2021
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 10:01
FECHA DE ANÁLISIS: 12/07/2021
FECHA DE EMISIÓN: 23/07/2021
ANÁLISIS SOLICITADO: S1

Análisis	PH		N		P		S*		B*		K		Ca		Mg		Zn*		Cu*		Fe*		Mn*		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ Bases		MO *		CO.*		Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN			
			meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural				
21-2107	7,51	L AI	76	A	49	A					1,02	A	21,74	A	5,52	A										3,94	5,40	26,68	28,28															Muestra 1

Análisis	Al+H*	Al*	Na *	C.E. *	N. Total*	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*	Cl*	PH2O*	IDENTIFICACIÓN
Unidad	meq/100g			dS/m	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

OBSERVACIONES:

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S,B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

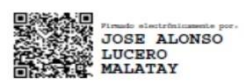
* Ensayos no solicitados por el cliente

INTERPRETACION	
pH	Elemento
Ac = Acido	N = Neutro
LAc = Liger Acido	LAi = Lige. Alcalino
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION			
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M. = Medio
T = Tóxico			A = Alto



firmado «JoseAlonsoLucero» por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY

LABORATORISTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
 Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo



firmado «IvanRodrigoSamaniego» por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 03 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)	
Nombres – Apellidos: Brayan David Cusquillo Quispillo	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Recursos Naturales	
Carrera: Ingeniería Forestal	
Título a optar: Ingeniero Forestal	
f. responsable:	CRISTHIAN FERNANDO CASTILLO RUIZ

Firmado digitalmente
por CRISTHIAN
FERNANDO CASTILLO
RUIZ
Fecha: 2022.03.21
09:46:58 -05'00'



0423-DBRA-UTP-2022