

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



---

---

**TESIS**

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN LA PRODUCCIÓN DE  
PLANTONES DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) EN CONDICIONES DE  
FITOTOLDO Y CAMPO ABIERTO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA –  
SAN JERÓNIMO - CUSCO

---

---

**PRESENTADO POR:**

Br. LENIN ALEJANDRO CONZA PEZO

**PARA OPTAR AL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO.**

**ASESOR:**

Dr. RICARDO GONZALES QUISPE

Cusco – Perú  
2024

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto de la fertilización  
foliar en la producción de plántones de pino (Pinus radiata D. Don)  
en condiciones de invernadero y campo abierto en el Centro Agronómico  
presentado por: Rafael Alejandro Gonzales Paz con DNI Nro.: 48153879  
presentado por: ..... con DNI Nro.: .....  
para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de agosto de 2024



Firma

Post firma Ricardo Gonzalez Quispe

Nro. de DNI 23903799

ORCID del Asesor 0000-0003-0227-8770

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid 27259:372482450

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN LA PRODUCCIÓN PLANTONES DE PINO (Pinus radiata D. Don) EN CONDI**

AUTOR

**LENIN ALEJANDRO CONZA PEZO**

RECUENTO DE PALABRAS

**36512 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**186199 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**140 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**10.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 11, 2024 9:54 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 11, 2024 9:56 PM GMT-5****● 7% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 26 palabras)

## **DEDICATORIA**

A mi padre APOLINAR CONZA TTITO por ser mi guía, maestro al enfrentar desafíos por su apoyo absoluto.

A mi madre PILAR PEZO MOSQUIPA por sus mensajes positivos y comprensión en el proceso de mi formación profesional.

A mis hermanos: VLADIMIR CONZA PEZO, JULIO CESAR CONZA PEZO, EDITH CONZA PEZO, LUZ MERY CONZA PEZO Y ALEXANDER CONZA PEZO por demostrarme su apoyo incondicional en el proceso de mi formación profesional.

A mi tío EDUARDO CONZA TTITO por demostrarme su valentía y perseverancia para seguir los objetivos trazados.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la plana docente por impartir sus conocimientos y de esa manera aportar a mi formación profesional.

A mi asesor Dr. RICARDO GONZALES QUISPE por ofrecerme su confianza, tolerancia, tiempo y conocimiento para realizar el presente trabajo de investigación.

A mis tías: BARBARA CONZA TTITO, GENARA CONZA TTITO Y VILMA CONZA TTITO por ser exigentes en el proceso de mi formación profesional.

A una persona especial JOSELYN LIZBETH HUAMAN DUEÑAS por su apoyo incondicional y soporte de toda meta propuesta.

## CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	2
1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación	2
1.2. Formulación del problema	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
1.3. Objetivo general	4
1.4. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación	4
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes de la investigación	7
4.2. Posición taxonómica del pino	10
4.3. Morfología del pino	10
4.4. Requerimientos de suelo y temperatura para el pino	12
4.5. Producción de plántones en vivero forestal	12
4.6. Fertilización foliar	19
4.7. Estadísticas de plantaciones forestales	29
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
5.1. Tipo de investigación	31
5.2. Ubicación temporal del experimento	31
5.3. Ubicación del campo experimental	31
5.4. Materiales, equipos y herramientas	32
5.5. Métodos	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
6.1. Características de la parte aérea	58
6.1.1. Altura de planta	58

6.1.2.	Diámetro de tallo	62
6.1.3.	Peso húmedo de parte aérea por planta	65
6.1.4.	Peso seco de parte aérea por planta	69
6.1.5.	Número de ramas por planta	71
6.2.	Características de las raíces	73
6.2.1.	Peso húmedo de raíces por planta	73
6.2.2.	Peso seco de raíces por planta	75
6.2.3.	Longitud de raíces	79
6.3.	Índices de calidad	82
6.3.1.	Índice de robustez	82
6.3.2.	Relación altura de planta/Longitud de raíz	85
6.3.3.	Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces	87
6.3.4.	Índice de calidad de Dickson	91
6.3.5.	Índice de lignificación	94
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	96
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXO 01: RESULTADOS	103

## INDICE DE TABLAS

Tabla 6: Plantaciones forestales registradas - Periodo 2014 -2023 .....	29
Tabla 7: Registró histórico de plantaciones forestales a nivel nacional y región Cusco – periodo 2015-2023 .....	30
Tabla 3: Composición química de Aminovigor .....	33
Tabla 4: Recomendaciones de uso de Aminovigor .....	34
Tabla 5: Composición química de Nutrisil .....	35
Tabla 6: Composición química de Strong- Phos .....	35
Tabla 7: Recomendaciones de uso de Strong-Phos .....	36
Tabla 8: Tratamientos evaluados .....	37
Tabla 9: Características del campo experimental.....	38
Tabla 10: Resultados del análisis de suelo .....	41
Tabla 11: Niveles críticos para materia orgánica y elementos mayores.....	42
Tabla 12: Niveles críticos para pH y conductividad eléctrica.....	42
Tabla 13: Porcentajes de mineralización según clima y tipo de suelo.....	42
Tabla 14: Porcentaje de rendimiento de nutriente.....	43
Tabla 15: Variables dependientes e indicadores.....	58
Tabla 16: Altura de planta (m) .....	59
Tabla 17: Parámetros de tendencia central y dispersión - Altura de planta .....	59
Tabla 18: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) y Fertilizante foliar (B) - Altura de planta (cm).....	61
Tabla 19: Análisis de varianza - Altura de planta .....	61
Tabla 20: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Altura de planta	62
Tabla 21: Diámetro de tallo (mm) .....	63
Tabla 22: Parámetros de tendencia central y dispersión - Diámetro de tallo.....	63
Tabla 23: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Diámetro de tallo .....	64
Tabla 24: Análisis de varianza - Diámetro de tallo .....	64
Tabla 25: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Diámetro de tallo .....	65
Tabla 26: Peso húmedo de parte aérea (g).....	66



Tabla 27: Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso húmedo de parte aérea .....	66
Tabla 28: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea.....	67
Tabla 29: Análisis de varianza - Peso húmedo de parte aérea .....	67
Tabla 30: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso húmedo de parte aérea .....	67
Tabla 31: Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea .....	68
Tabla 32: Análisis de varianza auxiliar para interacción Ambiente de crecimiento (A) y Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea .....	68
Tabla 33: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) en Fertilizante foliar Aminovigor (b <sub>1</sub> ) - Peso húmedo de parte aérea .....	69
Tabla 34: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) en Fertilizante foliar Nutrisil (b <sub>2</sub> ) - Peso húmedo de parte aérea .....	69
Tabla 35: Peso seco de parte aérea (g) .....	70
Tabla 36: Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso seco de parte aérea .....	70
Tabla 37: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso seco de parte aérea .....	71
Tabla 38: Análisis de varianza - Peso seco de parte aérea .....	71
Tabla 39: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso seco de parte aérea .....	72
Tabla 40: Número de ramas.....	73
Tabla 41: Parámetros de tendencia central y dispersión - Número de ramas .....	73
Tabla 42: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Número de ramas .....	73
Tabla 43: Análisis de varianza - Número de ramas.....	74
Tabla 44: Peso húmedo de raíces (g) .....	75
Tabla 45: Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso húmedo de raíces .....	75
Tabla 46: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de raíces .....	76
Tabla 47: Análisis de varianza - Peso húmedo de raíces.....	76

Tabla 48: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso húmedo de raíces .....	76
Tabla 49: Peso seco de raíces (g).....	77
Tabla 50: Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso seco de raíces ..	77
Tabla 51: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso seco de raíces.....	78
Tabla 52: Análisis de varianza - Peso seco de raíces .....	78
Tabla 53: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso seco de raíces .....	79
Tabla 54: Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (A) - Peso seco de raíces .....	80
Tabla 55: Longitud de raíces (cm).....	81
Tabla 56: Parámetros de tendencia central y dispersión - Longitud de raíces .....	81
Tabla 57: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Longitud de raíces.....	82
Tabla 58: Análisis de varianza - Longitud de raíces .....	82
Tabla 59: Índice de robustez(cm).....	83
Tabla 60: Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de robustez .....	84
Tabla 61: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de robustez.....	85
Tabla 62: Análisis de varianza - Índice de robustez .....	85
Tabla 63: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Índice de robustez .....	86
Tabla 64: Relación altura de planta/Longitud de raíz .....	87
Tabla 65: Parámetros de tendencia central y dispersión - Relación altura de planta/Longitud de raíz.....	87
Tabla 66: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Relación altura de planta/Longitud de raíz.....	88
Tabla 67: Análisis de varianza - Relación altura de planta/Longitud de raíz .....	88
Tabla 68: Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces .....	89
Tabla 69: Parámetros de tendencia central y dispersión - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces.....	89
Tabla 70: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces.....	90

Tabla 71: Análisis de varianza - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces .....	91
Tabla 72: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces .....	92
Tabla 73: Índice de calidad de Dickson.....	92
Tabla 74: Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de calidad de Dickson .....	93
Tabla 75: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de calidad de Dickson.....	94
Tabla 76: Análisis de varianza - Índice de calidad de Dickson.....	94
Tabla 77: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Índice de calidad de Dickson.....	95
Tabla 78: Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (B) - Índice de calidad de Dickson .....	95
Tabla 79: Índice de lignificación .....	96
Tabla 80: Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de lignificación. 96	
Tabla 81: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de lignificación .....	97
Tabla 82: Análisis de varianza - Índice de lignificación .....	97
Tabla 83: Altura de planta (m) – Bloque I.....	106
Tabla 84: Altura de planta (m) – Bloque II.....	106
Tabla 85: Altura de planta (m) – Bloque III.....	106
Tabla 86: Diámetro de tallo (mm) – Bloque I.....	106
Tabla 87: Diámetro de tallo (mm) – Bloque II.....	107
Tabla 88: Diámetro de tallo (mm) – Bloque III.....	107
Tabla 89: Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque I.....	107
Tabla 90: Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque II.....	107
Tabla 91: Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque III.....	108
Tabla 92: Peso seco de parte aérea (g) – Bloque I.....	108
Tabla 93: Peso seco de parte aérea (g) – Bloque II.....	108
Tabla 94: Peso seco de parte aérea (g) – Bloque III.....	108
Tabla 95: Número de ramas – Bloque I.....	109
Tabla 96: Número de ramas – Bloque II.....	109
Tabla 97: Número de ramas – Bloque III.....	109

Tabla 98: Peso húmedo de raíces – Bloque I.....	109
Tabla 99: Peso húmedo de raíces – Bloque II.....	110
Tabla 100: Peso húmedo de raíces – Bloque III.....	110
Tabla 101: Peso seco de raíces – Bloque I.....	110
Tabla 102: Peso seco de raíces – Bloque II.....	110
Tabla 103: Peso seco de raíces – Bloque III.....	111
Tabla 104: Longitud de raíz – Bloque I.....	111
Tabla 105: Longitud de raíz – Bloque II.....	111
Tabla 106: Longitud de raíz – Bloque III.....	111
Tabla 107: Índice de robustez – Bloque I.....	112
Tabla 108: Índice de robustez – Bloque II.....	112
Tabla 109: Índice de robustez – Bloque III.....	112
Tabla 110: Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque I...	112
Tabla 111: Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque II..	113
Tabla 112: Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque III.	113
Tabla 113: Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque I.....	113
Tabla 114: Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque II....	113
Tabla 115: Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque III...	114
Tabla 116: Índice de calidad de Dickson – Bloque I.....	114
Tabla 117: Índice de calidad de Dickson – Bloque II.....	114
Tabla 118: Índice de calidad de Dickson – Bloque III.....	114
Tabla 119: Índice de lignificación – Bloque I.....	115
Tabla 120: Índice de lignificación – Bloque II.....	115
Tabla 121: Índice de lignificación – Bloque III.....	115
Tabla 122: Información meteorológica diaria – Mes de noviembre del 2022 .....	125
Tabla 123: Información meteorológica diaria – Mes de diciembre del 2022.....	126
Tabla 124: Información meteorológica diaria – Mes de enero del 2023 .....	127
Tabla 125: Información meteorológica diaria – Mes de febrero del 2023.....	128
Tabla 126: Información meteorológica diaria – Mes de marzo del 2023 .....	129

## RESUMEN

El trabajo de investigación “Efecto de la fertilización foliar en la producción de pino (*Pinus radiata d. don*) en condiciones del vivero agroforestal del Centro Agronómico K’ayra – San Jerónimo - Cusco”, fue realizado del 15 de noviembre del 2022 al 30 de marzo del 2023.

El objetivo general planteado fue evaluar el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular, en los índices de calidad de plántones de pino cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal del Centro Agronómico K’ayra. Fueron evaluados dos ambientes de crecimiento: bajo fitotoldo y campo abierto, y tres fertilizantes foliares: Aminovigor, Nutrisil y Strong-Phos. Se utilizó el Diseño Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2A x 4B, con ocho tratamientos distribuidos en tres bloques y 24 unidades experimentales.

Los resultados fueron: Para altura de planta y diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas, el ambiente bajo fitotoldo presentó la mejor altura de planta con 1.16 m y campo abierto para diámetro de tallo con 10.79 mm. Para peso húmedo de parte aérea se presentaron diferencias significativas el mejor ambiente fue campo abierto con 69.41 g/planta, el mejor fertilizante foliar Aminovigor con 75.65 g/planta. Para peso seco de parte aérea y número de ramas no se presentaron diferencias significativas. Para peso húmedo de raíces se presentó diferencias significativas el mejor fue campo abierto con 26.13 g/planta. Para peso seco de raíces se presentaron diferencias significativas el mejor ambiente fue campo abierto con 12.96 g/planta, el mejor fertilizante Aminovigor con 13.69 g/planta. Para longitud de raíz no se presentaron diferencias significativas. Para índice de robustez se presentaron diferencias significativas el mejor fue bajo fitotoldo con 11.61. Para la relación altura de planta/longitud de raíz principal no se presentaron diferencias significativas. Para relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces el mejor ambiente fue bajo fitotoldo con 3.26. Para índice de calidad de Dickson el mejor ambiente fue campo abierto con 3.79, el mejor fertilizante foliar fue Aminovigor con 4.05. Para índice de lignificación se presentaron diferencias significativas.

Palabras clave: fertilización, plántones, repique, fitotoldo.

## INTRODUCCIÓN

Según SERFOR (2003) a nivel nacional se han registrado 105,899.75 ha de plantaciones forestales en el periodo 2014 al 2023, en la region Cusco y para este misma periodo se ha registrado 9,733.52 ha, la región que presentó mayor superficie forestal registrada fue Huánuco con 17,845.13 ha, con respecto a la superficie instalada con Pino Guariguata et al., (2017) mencionan que en la sierra las especies que dominan las plantaciones forestales son pino (*Pinus spp.*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*), sin embargo, es muy difícil establecer con precisión cuanta área corresponde a cada especie, ya que las estadísticas existentes al respecto estan incompletas o son aisladas.

La instalación de plantaciones forestales en campo definitivo implica necesariamente la producción de plántones en vivero, dentro de este proceso el problema frecuente es el deficiente crecimiento de los plántones, debido a problemas nutricionales, este problema se agrava cuando son plántones de recría y el sustrato utilizado no es el indicado, razón por la cual, la fertilización foliar frecuente es una alternativa viable para resolver el problema mencionado.

La fertilización foliar es una labor necesaria que permite suministrar a las plantas elementos esenciales en cantidades adecuadas y en el momento oportuno. En el mercado existen muchas marcas comerciales, cuyo efecto sobre el crecimiento de la parte aérea, del sistema radicular y sobre los índices de calidad de plántones no ha sido evaluado ampliamente. Por otro lado, el ambiente en el cual crece los plántones puede ser a campo abierto y bajo fitotoldo, este último cuando las condiciones climáticas son adversas como ocurre en el Cusco en los meses de mayo a julio. En la presente investigación se evaluará el efecto que tienen los fertilizantes foliares sobre el crecimiento de la parte aérea, crecimiento del sistema radicular e índices de calidad de plántones de pino de recría instalados en condiciones de campo abierto e fitotoldo.

El autor

## **I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación**

La producción de plántones de pino en los viveros agroforestales, es una actividad que implica inversión económica considerable, principalmente en la adquisición de semilla, micorriza, sustrato y agroquímicos, además de una gran cantidad de mano de obra en las labores de embolsado y conducción, razón por la cual, el objetivo de todo vivero es producir plántones de buena calidad y en un periodo corto de tiempo, para asegurar la sobrevivencia cuando los plántones son instalados en campo definitivo, que generalmente presentan condiciones extremas, no solo en la topografía de los terrenos, sino sobre todo en la fertilidad natural.

Un problema frecuente, en la producción de plántones de pino en viveros, es el limitado crecimiento en las bolsas de repique, debido principalmente a problemas nutricionales, en ese sentido la fertilización foliar frecuente, es una alternativa para solucionar el problema mencionado, puesto que, proporciona a las plantas las sustancias nutritivas que la planta necesita en el momento oportuno y en cantidad adecuada. La fertilización foliar es también importante cuando se quiere recuperar plántones, que no fueron instalados en campo definitivo en el momento oportuno y quedaron como saldos en las camas, plántones que muchas veces son descartadas. Dentro de este contexto se plantean las siguientes preguntas de investigación.

### **1.2. Formulación del problema**

#### **1.2.1. Problema general.**

¿Cómo afectan los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular, en los índices de calidad de plántones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal del Centro Agronómico K'ayra?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

1. ¿Cuál es el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea de plantones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo?
2. ¿De qué manera los fertilizantes foliares influyen en el crecimiento del sistema radicular de los plantones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo?
3. ¿Cómo afectan los fertilizantes foliares en los índices de calidad de los plantones de pino de recría producidos en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal?



## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN**

### **1.3. Objetivo general**

Evaluar el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea y del sistema radicular y en los índices de calidad de plántones de pino de recría cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal del Centro Agronómico K'ayra.

### **1.4. Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea de plántones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo.
2. Establecer de qué manera los fertilizantes foliares influyen en el crecimiento del sistema radicular de los plántones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo.
3. Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en los índices de calidad de los plántones de pino de recría producidos en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal.

### **1.5. Justificación**

Determinar si los fertilizantes foliares aplicados en la etapa de recría de plántones cultivados en condiciones de campo abierto o fitotoldo dentro de un vivero agroforestal afecta el crecimiento de la parte aérea, como es la altura de planta, el diámetro de tallo y peso fresco de parte foliar es importante, ya que, plántones con buen crecimiento se adaptarán con mayor facilidad a las condiciones extremas de las zonas de forestación y reforestación de la sierra peruana, razón por la cual, producir plántones mejores en altura, diámetro de tallo y peso de parte foliar aceptable, son los objetivos de los viveros agroforestales.

El sistema radicular de los plántones forestales es de vital importancia para su adaptación a las condiciones difíciles de las zonas de forestación y reforestación, plántones con sistema radicular bien desarrollado, con gran número de raíces

primarias de crecimiento vertical, son sinónimos de éxito en las labores de forestación y reforestación, razón por la cual, determinar si los fertilizantes foliares aplicados en la etapa de crecimiento en el vivero agroforestal afectan el crecimiento del sistema radicular, es de gran importancia y justifica la investigación.

Los plántones de pino producidos en viveros agroforestales deben ser de buena calidad, para asegurar el éxito de la forestación y reforestación de zonas eriazas de la sierra peruana, los índices de calidad como son: índice de robustez, relación altura/longitud de raíz, relación entre la biomasa seca de la parte aérea/biomasa seca de la parte radicular, índice de calidad de Dickson, entre otros, permiten conocer la calidad de los plántones, razón por la cual, determinar si los fertilizantes foliares aplicados en la etapa de cría en el vivero agroforestal es de gran importancia, ya que, permitirá determinar si por lo menos uno de los fertilizantes foliares evaluados mejoran la calidad de los plántones producidos en el vivero o en campo definitivo.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Los fertilizantes foliares aplicados en la etapa inicial de crecimiento del pino en el vivero agroforestal, mejoran el crecimiento de la parte aérea, del sistema radicular y de los índices de calidad comparados con un testigo sin abonamiento foliar.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

1. Los fertilizantes foliares comparados con el testigo, mejoran el crecimiento de la parte aérea de los plantones de pino, producidos a campo abierto, en el vivero agroforestal.
2. Los fertilizantes foliares comparados con el testigo, permiten obtener plantones con raíces principales más largas y con mayor peso seco, cuando son cultivados bajo fitotoldo.
3. Los índices de calidad de los plantones de pino producidos bajo fitotoldo son mejores que los plantones producidos a campo abierto.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes de la investigación

Lopez (2020) en la tesis “Efecto de sustratos y fertilizantes en la optimización del crecimiento de plántulas de *Pinus tecunumanii* (schw.) en condiciones de vivero” realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el objetivo de determinar el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), junto con el bioestimulante Agrostemin GL, en la mejora de la calidad de las plántulas de la especie *Pinus tecunumanii* durante su desarrollo en la etapa de vivero, fueron evaluados también cuatro sustratos preparados en diferentes proporciones con tierra agrícola, turba y arena. Entre los resultados se tiene: para altura de planta el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 8.27 cm, hubo diferencias significativas para fertilizante foliar y sustrato. Para diámetro de tallo el mayor diámetro promedio, fue para el tratamiento sin ningún tipo de fertilizante ni bioestimulante; y el tipo de sustrato tierra propia del área de estudio al 100 %, con un promedio de 0.919 mm, hubo diferencias significativas. Para peso seco de la parte aérea el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 0.055 g por planta. Para peso seco de raíces el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de arena con un promedio de 0.009 g por planta. Para índice de robustez el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 9.874. Para la relación peso seco parte aérea/ peso seco de raíces el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 6.461. Para índice de calidad de Dickson el mayor índice, fue para el tratamiento sin ningún tipo de fertilizante ni bioestimulante; y el tipo de sustrato tierra propia del área de estudio al 100 %, con un promedio de 0.003.

Heras (2021) en el trabajo de investigación “Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo” realizado en la Institución de Enseñanza e

Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados, de la ciudad de México, fueron evaluados dos fertilizantes de liberación lenta, Multicote Agri 18-6-12+2CaO+3.5MgO+2.1Si+ME y Multicote 19-10-3+2MgO+ME a diferentes dosis de aplicación. Entre los resultados se tiene: los tratamientos que presentaron los mejores resultados fueron el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l, con los siguientes promedios: 4.63 y 4.53 mm de diámetro de tallo, 36.61 y 34.9 cm de altura de planta, 4.2 y 3.91 g por planta de peso seco de parte aérea, 0.76 y 0.74 g por planta de peso seco de raíces, 5.8 y 5.45 de relación de peso seco de parte aérea/peso seco de raíces, 8.03 y 7.79 índice de robustez y 0.36 índice de calidad de Dickson.

Ancco (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en Andahuaylas con la finalidad de evaluar el inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis* en la producción de plántones de pino en vivero, fueron evaluados micorriza comercial, seta de hongo fermentado y tierra micorrizada, entre los resultados se tiene: para altura de planta se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento micorriza comercial con 45.97 cm, para diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento micorriza comercial con 4.55 mm, para peso seco de plantas se presentó diferencias significativas, los mejores resultados fueron 6.75, 5.97 y 4.85 g para los tratamientos micorriza comercial, seta de hongo fermentado y tierra micorrizada.

Baldeón (2020) en la tesis realizada en la Universidad de Huánuco con la finalidad de evaluar el efecto del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento del pino en vivero reportó los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento micorrizas con un promedio de 16.87 cm, para diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento micorriza con un promedio de 10.1 mm, para longitud de raíz principal se presentaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento micorriza con un promedio de 10.38 cm.

Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo encontraron los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativas el mejor tratamiento fue 50% perlita + 50% de arena con 18.79 cm, para diámetro de tallo no se presentaron diferencias significativas el diámetro se ubicó en el rango de 1.5 y 1.99 mm, para longitud de raíz principal se presentaron diferencias significativas el mejor resultado fue 12.61 cm, para peso seco de parte aérea se presentaron diferencias significativas el mejor resultado fue 0.19 g por planta, para peso seco de raíces se presentaron diferencias significativas el mejor resultado fue 0.015 g, el peso seco total presentó diferencias significativas siendo el mejor resultado 0.195 g. Para el índice de altura de planta y longitud de raíces se presentaron diferencias significativas siendo el valor más alto 1.87, para la relación peso seco parte aérea y peso seco parte radicular se presentaron diferencias significativas siendo el valor más alto 10.10, para índice de robustez se presentaron diferencias significativas el valor más alto fue 12.5, para índice de calidad de Dickson no se presentaron diferencias significativas los valores se ubicaron en el rango de 0.003 y 0.01.

Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita obtuvo los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativa siendo el mejor resultado 33.5 cm, para diámetro de tallo se presentó diferencias significativas siendo el mejor resultado 3.25 mm, para peso seco de la parte aérea se presentaron diferencias significativas siendo el mejor resultado 2.29 g, para peso seco de raíz se presentaron diferencias significativas siendo el mejor resultado 0.83 g de raíces, para peso seco total se presentaron diferencias significativas siendo el mejor resultado 3.12 g, para la relación peso seco de la parte aérea y el peso seco de la parte radicular se presentaron diferencias significativas siendo el mayor valor 3.34, para índice de robustez se presentaron diferencias significativas siendo el valor más alto de 10.47, para índice de calidad de Dickson se presentaron diferencias significativas siendo el valor más alto 0.24.

Melgarejo (2017) en la tesis realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua con la finalidad de evaluar cuatro tipos de micorrización en la producción de plántones de pino en vivero obtuvo los siguientes resultados: para altura de planta se presentaron diferencias significativas siendo el mejor resultado 25.2 cm para el tratamiento tierra micorrizada, para diámetro de tallo se presentaron diferencias significativas los mejores resultados se presentaron en el rango de 1.08 y 1.14 mm, para longitud de raíz no se presentaron diferencias significativas el promedio fue de 48.9 cm.

#### **4.2. Posición taxonómica del pino**

ITIS (2019) citado por el Ministerio del Ambiente (2019) menciona la siguiente posición taxonómica del pino:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Pinopsida

Suclase: Pinidae

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Especie: *Pinus radiata* D. Don

#### **4.3. Morfología del pino**

##### **Tallo o tronco**

Martín (2008) menciona que el árbol del pino tiene en promedio de 15 a 25 m de altura, sin embargo, puede alcanzar de 30 a 40 m, el diámetro del tronco frecuente es de 60 a 90 cm, pero puede presentarse diámetro igual 120 cm, aunque en ocasiones esporádicas; sus ramas son gruesas y se encuentran extendidas en forma de una copa irregular y abierta; la corteza del tronco es gruesa, puede llegar a medir hasta 5 cm de espesor, se encuentra profundamente fisurada o en grandes y anchas placas cubiertas por gruesas escamas adpresas, el color del tronco es castaño rojizo oscuro algunas veces casi negro; ramos castaños multinodales, con yemas invernales ovoides de color castaño claro de 12 a 20 mm de largo, protegidas por escamas resinosas densamente imbricadas.

## **Hojas**

Killeen et al. (1993) citado por Espinoza (2014) menciona que las hojas son solitarias o agrupadas en fascículos en el extremo de ramas cortas o braquiblastos (ramas cortas con entrenudos próximos); simples, aciculares, lineares u oblongas, generalmente con canales resiníferos. Sus hojas son verdes – azuladas, de entre 3 y 8 cm de longitud, punzantes; hojas jóvenes doblemente alargadas y dispuestas en grupos de 3 o 4.

## **Flores**

Estrada (1997) menciona que las coníferas no producen flores verdaderas. Las flores masculinas presentan estambres escumiformes o peltados, de cuyos granos de polen no se desarrollan espermatozoides, los estambres tienen dos sacos polínicos y los carpelos diferenciados en dos porciones, una escama fructífera y una escama tectriz, provisto de dos rudimentos seminlaes anatropos, polen con vesículas aeríferas.

## **Conos**

Martín (2008) refiere que los conos presentan pedúnculos cortos, algunas veces sésiles, se encuentran agrupados rodeando la rama, normalmente persistentes, reflejos cuando maduros, de forma cónico-ovoide, generalmente asimétrico u oblicuo al tener el externo más desarrollado que el interno, de 7ª 14 cm de largo y 6ª 8 cm de ancho, el color de los conoes es castaño, lustrosos, serotinos; las escamas de la parte externa del cono presenta apófisis prominente, redondeado, frecuentemente hemisférico y umbo dorsal pequeño, terminado en un diminuto aguijón recto o recurvo; las escamas de la parte interna, próxima a la rama presentan apófisis casi siempre aplanado.

## **Semillas**

Estrada (1997) indica que el cono al madurar dejar caer hasta 200 semillas aladas de hasta 4 mm de tamaño, el color de las semillas es café grisáceo intenso, las que presentan color café marrón generalmente son semillas vacías o vanas. Normalmente 1,000 semillas de pino pesan de 20 a 30 g.



#### **4.4. Requerimientos de suelo y temperatura para el pino**

##### **Requerimiento de suelo**

Schlatter (1977), citado por Caceres (2013) indica que el pino crece óptimamente en suelos de textura franco arenosa a franco limosa, con una profundidad de 1.0 a 1.3 m, es decir suelos profundos. Su desarrollo es restringido o no alcanza su óptimo en suelos superficiales con menos de 60 a 70 cm de profundidad; sin embargo, el pino desarrolla adecuadamente en diferentes tipos de suelo, con excepción de aquellos suelos muy secos como el de zonas áridas, suelos pantanosos, en lugares con nevadas muy frecuentes y temperaturas menores a los 7°C bajo cero, tampoco desarrolla adecuadamente en suelos salinos, turbosos, muy ácidos, fuertemente podsolizados o muy pobres en reservas nutritivas.

##### **Temperatura**

Ministerio del Ambiente (2019) menciona que el pino se desarrolla óptimamente en un rango de altitud de 950 y 2800 msnm, con una temperatura media anual de 11.3 a 22.5 °C, temperatura máxima media anual de 18 a 28.5 °C, y una temperatura mínima media anual de 6 y 16.5 °C.

#### **4.5. Producción de plántulas en vivero forestal**

##### **4.5.1. Concepto de vivero forestal**

Zanabria & Cuellar (2014) definen vivero forestal como una superficie de terreno dedicada a la producción de plántulas de especies forestales, cuyo destino es la repoblación o población forestal. El vivero se instala con tres objetivos básicos: cubrir las necesidades de plantas forestales, producir plántulas con calidad adecuada y a un costo razonable. Los autores agregan que la superficie de terreno elegida para instalar el vivero debe contar con fácil acceso y topografía suave, terreno bien drenado y disponibilidad de agua en la cantidad y calidad suficiente.

##### **4.5.2. Componentes de un vivero forestal**

Zanabria & Cuellar (2014) mencionan los principales componentes de un vivero forestal:

- *Camas de almácigo*: Es un espacio destinado a la siembra de semillas y al crecimiento inicial de plántulas hasta el momento de ser repicados. La

característica general es que está conformado por un sustrato sumamente poroso.

- *Tinglado*: Es un cobertizo construido generalmente de malla raschel, que protege a los plántones del calor y la luz solar, creando condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo inicial.
- *Camas de recría*: Es el espacio donde se colocan las bolsas llenas de sustrato o las bandejas con tubetes. En esta área se desarrollan las plántulas repicadas hasta su etapa final de crecimiento en vivero.
- *Área de mezcla de sustrato*: Es el lugar donde se zarandea y mezcla la turba, tierra agrícola y arena, normalmente se encuentra cubierta para proteger a los trabajadores del sol o la lluvia.
- *Almacén*: Es el espacio donde se guardan los materiales, herramientas e insumos.

### **4.5.3. Procedimiento para producción de plántones en vivero**

#### 4.5.3.1. Obtención de semilla

Buamscha et al., (2012) menciona que las semillas utilizadas para propagar el pino debe tener las siguientes características:

- *Pureza física*: se refiere a la proporción de semillas puras que constituyen la muestra analizada por un laboratorio de semillas, es decir es semilla sin piedras, restos de conos, pajas u otros materiales ajenos a la semilla, se expresa en porcentaje, siendo el valor más alto 100% para semilla totalmente limpia de impurezas.
- *Tamaño*: el tamaño de la semilla debe ser uniforme y debe estar calibrado, ya que las semillas de mayor calibre germinan más rápido y originan plantas de mayor tamaño que las semillas medianas o más pequeñas, se ha observado también que las semillas más pequeñas poseen mayor dormancia o latencia y menor viabilidad que las semillas más grandes y medianas.
- *Peso de 1,000 semillas*: sirve para tener una idea aproximada del tamaño y viabilidad de las semillas; cuanto menor sea el peso de 1,000 semillas más pequeño será su tamaño o más baja su viabilidad.
- *Contenido de humedad*: es importante en dos fases: durante el almacenaje y en la fase de germinación. Durante el almacenaje las semillas deben tener

bajo contenido de humedad, sin afectar su viabilidad, cuanto más seco la semilla más tiempo podrá guardarse, siempre y cuando esta condición no afecta su germinación.

- *Viabilidad*: indica el porcentaje de semillas que tiene la capacidad de germinar y generar nuevas plantas. Existen varios métodos para determinar la viabilidad de la semilla como: test de flotación, test de corte, rayos X, test bioquímico, entre otros.
- *Capacidad germinativa*: Es la cantidad total de semillas germinadas, bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y oxígeno, se expresa en porcentaje, se le conoce también como porcentaje de germinación.
- *Energía germinativa*: Es la cantidad total de semillas que germinan con mayor rapidez, en su determinación se considera el tiempo en el cual germinaron las semillas, se expresa en porcentaje.

Zanabria & Cuellar (2014) mencionan algunas recomendaciones para elegir los árboles de los cuales se extraerá las semillas. Los arboles elegidos deben tener: copa cilíndrica, tronco recto y libre de rajaduras, sin bifurcaciones; debe presentar ramas delgadas, con buen vigor y dominancia sobre los demás individuos de la población, debe estar libre de plagas y enfermedades.

#### 4.5.3.2. Siembra

Rodríguez (2010) menciona que la siembra se realiza en almacigos, los cuales son estructuras especialmente condicionadas para recibir las semillas y mantener las plántulas en su primera etapa de crecimiento. El tipo, la forma y el tamaño de las almacigueras o semilleros pueden variar según las condiciones del vivero, los más comunes son:

- *Semilleros fijos*: se construyen en el terreno de concreto, madera y u otro material disponible. Generalmente son de forma rectangular de 1.20 m de ancho y altura variable.
- *Semilleros portátiles*: Es un cajón con dimensiones de fácil manejo con orificios de drenaje.

Según el mismo autor es importante el sustrato utilizado en la almaciguera, puesto que, debe proveer nutrientes a la planta e iniciar la infección con hongos

micorrízicos, esto es importante cuando las plantas permanecen por varios meses en el almacigo, sin embargo, en trasplante anticipado, el sustrato debe ser material inerte como arena debidamente lavada y esterilizada, casquillo de arroz, vermiculita, musgo, entre otros.

Buamscha et al., (2012) menciona que la época de siembra es muy importante, ya que, las plantulas luego de la emergencia deben tener las condiciones ambientales óptimas para su rápido crecimiento en almácigo y puedan ser repicadas rápidamente. Los mismos autores mencionan que la mejor profundidad de siembra oscilan entre tres a cinco milímetros, ya que, se observa las más rápidas y mayores emergencias, recomiendan también que las semillas deben ser cubiertas con un sustrato de menor granulometría que el sustrato de la almaciguera.

#### 4.5.3.3. Preparación de sustratos

Prieto et al., (2009) refiere que el sustrato es todo material sólido distinto al suelo, que puede tener origen natural o sintético, de naturaleza mineral u orgánico, este material es colocado en un contenedor de forma pura o mezclada y sirve para el crecimiento del sistema radicular. Según los mismos autores los sustratos pueden ser: inertes como la perlita, vermiculita, roca volcánica, entre otros, y son orgánicos como la turba, compost, aserrín, fibra de coco, bagazo de café o caña, cascarilla de arroz, entre otros.

Cabrera (1999) menciona que el sustrato debe tener una porosidad total no menor a 70% en volumen, es también importante la distribución entre macro y micro poros del sustrato, se considera que sustratos con mayor cantidad de macroporos son ideales como sustratos de crecimiento, puesto que, permite una respiración adecuada de las raíces, el valor mínimo recomendado de macroporos es 10%.

Gayosso, et al., (2016) menciona que la distribución del tamaño de las partículas en un material define la granulometría la cual, a su vez, determina el tamaño de los poros; partículas de 0.25 a 1 mm son esenciales en la relación agua-aire, la disminución del tamaño de partícula reduce la porosidad total y como consecuencia la capacidad para retener agua. Es importante que no todos los poros estén cubiertos por agua, para permitir la oxigenación de las raíces y el intercambio de

gases entre la atmósfera y sustrato; para lo cual se sugiere 10 a 30 % del volumen del sustrato con aire.

Prieto et al., (2009) mencionan algunos sustratos utilizados frecuentemente:

- *Turba*: el musgo proviene de plantas de bofedales o pantanos y pertenecen al género *Sphagnum*, se considera estéril por su proceso de obtención a altas temperaturas, es estéril y retiene agua de 10 a 20 veces su peso, contiene cantidades mínimas de nutrientes minerales, su pH fluctúa de 3.5 a 6.0.
- *Corte de pino compostado*: es un material cuya densidad es de 0.25 g/cm<sup>3</sup>, porosidad media de 87%, humedad disponible 13.5%, capacidad de aireación media 11.8%, tiene baja capacidad de retención de humedad y se debe corregir con musgo.
- *Vermiculita*: el silicato hidratado de magnesio, hierro o aluminio, es de poco peso normalmente de 90 a 150 kg/m<sup>3</sup>, es un producto insoluble en agua, su capacidad de intercambio catiónico es elevado y tiene alto contenido de magnesio y potasio.

#### 4.5.3.4. Trasplante

Rodríguez (2010) menciona que el trasplante consiste en trasladar plántulas del almácigo a los envases colocados previamente en la sección de crecimiento, mediante el trasplante se permite que cada plántula tenga mayor espacio para su desarrollo hasta lograr la magnitud deseada para la plantación en el campo y conservar sus raíces protegidas por la tierra que las envuelve.

Zanabria & Cuellar (2014) señala que el trasplante se realiza a las bolsas de repique, los cuales fueron previamente llenados con sustrato de crecimiento, que puede ser tierra agrícola y arena para un buen drenaje, se utiliza bolsas de polietileno. Los autores recomienda utilizar un repicador o estaca pequeña para realizar hoyos en el centro de la bolsa, donde se introduce las plántulas y luego se cubre el hoyo con sustrato y se presiona ligeramente.

Prieto et al., (2009) menciona que con la tecnología moderna de producción de plántones forestales se utilizan envases de color negro de polipropileno o poliestireno con volúmenes de 65 a 260 cm<sup>3</sup> y como medio de crecimiento se utiliza

una combinación de turba o musgo y vermiculita, en algunos casos se utiliza fibra de coco. Los autores recomiendan:

- El envase debe permitir un desarrollo adecuado de la planta durante su crecimiento inicial.
- Debe facilitar las operaciones en el vivero y su vida útil debe ser mayor a dos años.
- Debe facilitar el llenado de sustrato y la siembra de las semillas.
- Que proporcione protección al sistema radical y se evite daños durante el manejo y traslado.
- El fondo del envase debe tener una abertura que permita salir las raíces.
- El interior del envase debe tener estrías o canales para evitar enrollamiento de enraíces.

#### 4.5.3.5. Riegos

Prieto et al., (2009) indican que los riegos deben aplicarse en forma oportuna con la calidad y cantidad requerida, la cantidad de agua y la frecuencia depende de las condiciones de humedad relativa y temperatura, los riegos deben ser ligeros, el exceso de humedad favorece la pudrición radicular y limita el desarrollo de las raíces, en la etapa de crecimiento rápido los riegos deben ser con alto volumen para uniformizar la humedad en los envases, en la etapa de endurecimiento o antes de la plantación los riegos deben ser espaciados y de alto volumen.

#### 4.5.3.6. Remoción y clasificación

Zanabria & Cuellar (2014) recomiendan las siguientes medidas: retirar las plantas de la cama de crecimiento hacia un costado, se debe nivelar y limpiar la cama de crecimiento, se debe clasificar los plantones según tamaño, seleccionar y descartar plantas defectuosas, podar las raíces y hojas de la parte baja y dejar las plantas mejor conformadas.

#### **4.5.4. Calidad de plantones de pino producidos en vivero**

Prieto et al., (2009) indican que la clasificación de los plantones producidos en el vivero según calidad, se realiza considerando variables morfológicas y fisiológicas; tales como: altura de planta, diámetro basal del tallo, tamaño, forma y volumen del sistema radicular, relación altura de planta/diámetro de la raíz, relación tallo/raíz,

presencia de yema terminal y micorrizas, color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, el follaje y la raíz. En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces.

Sáenz, et al. (2014) menciona los siguientes índices de calidad de plantones de pino:

- *Índice de robustez*: Es la relación que existe entre altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm); es un indicador de la resistencia de la planta a la acción del viento, de la capacidad de supervivencia y de crecimiento potencial en lugares áridos, el valor de este índice debe ser menor a seis. Valores inferiores a seis indican plantas robustas, bajos y gruesos con gran capacidad de adaptación a lugares con limitación de humedad; valores superiores a seis significan desproporción en el crecimiento, son plantas muy altas y raíces pequeñas, estas plantas no podrán adaptarse fácilmente a situaciones extremas de suelo y clima.
- *Relación altura del tallo/longitud de la raíz principal*: Predice el éxito de la plantación. Debe existir equilibrio y proporción entre la parte aérea y el sistema radicular de la planta. La relación 1:1 favorece altas tasas de supervivencia en los sitios de plantación sin limitantes ambientales; en sitios con problemas de humedad se sugiere utilizar plantones con relaciones de 0.5:1 a 1:1; mientras que en sitios sin esta situación las relaciones pueden ser de 1.5:1 a 2.5:1.
- *Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular*: La producción de hojas, tallos y raíces es de gran importancia, debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. Una relación igual a uno, significa que la parte aérea es igual a la parte radicular; cuando el valor de la relación es menor a uno significa el sistema radicular es mayor a la parte aérea de la planta, pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea. Una relación adecuada y equilibrada debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, pues el cociente de ésta relación no debe ser mayor a este último valor, en particular cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación ya que valores mayores indican desproporción y la existencia de

un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta.

- *Índice de calidad de Dickson*: Este índice permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y se ha utilizado para predecir el comportamiento en campo de plántulas de *Picea glauca* (Moench) Voss y *Pinus strobus* L. Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo que evita seleccionar plantas desproporcionadas y descartar ejemplares de menor altura, pero con mayor vigor.

Sáenz, et al. (2014) proponen una escala para calificar la calidad de los plantones en base a los índices de calidad mencionados con anterioridad:

- *Altura (cm)*: calidad alta, 15-25 cm, media de 10-14.9 y baja menor a 10 cm
- *Diámetro basal (mm)*: calidad alta mayor o igual a 4.0, media de 2.5 a 3.9 y bajo menor a 2.5 mm
- *Relación altura/diámetro basal*: calidad alta menor a 6.0, media de 6.1 a 8.0 y baja mayor a 8.0
- *Relación altura: longitud de raíz*: calidad alta menor o igual a 2, media de 2.1 a 2.5 y baja mayor a 2.5.
- *Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz*: calidad alta 1.5 a 2.0, media de 2.1 a 2.5 y baja mayor a 2.5
- *Índice de calidad de Dickson*: calidad alta mayor a 0.5, media de 0.49 a 0.20 y baja menor a 0.20.

## **4.6. Fertilización foliar**

### **4.6.1. Concepto**

Molina (2002) define la fertilización foliar como la aplicación de nutrientes esenciales a través de las hojas, debido a que en ellas se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta, especialmente la fotosíntesis. Las aplicaciones de nutrientes minerales se realizan mezcladas en agua y asperjadas con equipos especializados, siendo el agua el vehículo que permite el ingreso de los nutrientes al interior de las hojas. La fertilización foliar es una práctica constante en gran parte de los sistemas de producción, ya que, permite la corrección rápida y oportuna de



deficiencias nutricionales, especialmente de microelementos, permite mejorar el crecimiento e incremento el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas.

#### **4.6.2. Elementos nutritivos esenciales**

##### 4.6.2.1. Concepto.

García-Serrano et al., (2009) menciona que las plantas requieren de elementos químicos imprescindibles para el desarrollo vegetal, se dice que son esenciales debido a que están presentes en todos los vegetales, no pueden ser sustituidos por otros elementos minerales, su deficiencia provoca alteraciones en el metabolismo, fisiopatías o la muerte de la planta.

##### 4.6.2.2. Clasificación de los elementos esenciales.

FAO (2002) menciona que según la cantidad utilizada por la planta los elementos esenciales pueden ser:

- *Macronutrientes*: debido a que la planta los necesita en cantidades significativamente mayores que los demás elementos, está conformado por seis elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.
- *Micronutrientes*: debido a que las plantas las necesitan en cantidades pequeñas, entre estos elementos tenemos: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro. Dentro de este grupo se consideran también los elementos conocidos como trazas por la cantidad mínima utilizada como son: cobalto, silicio y sodio.

##### 4.6.2.3. Funciones y síntomas de deficiencia de los elementos esenciales

- *Nitrógeno*: Sierra (2013) menciona que el nitrógeno es un elemento esencial para el desarrollo vegetal, debido a que forma parte de las proteínas y estimula el crecimiento de órganos, especialmente de hojas y tallos. El síntoma de deficiencia típico es una clorosis o amarillamiento de hojas, que inicia en la parte basal, debido a que este elemento puede ser traslocado hacia hojas jóvenes.
- *Fósforo*: FAO (2002) indica que el fósforo es de gran importancia en la transferencia de energía, debido a que forma parte del adenosin trifosfato o ATP conocido como la moneda energética de los seres vivos, este elemento es esencial en los procesos de fotosíntesis y los demás procesos fisiológicos

de la planta. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. Mengel & Kirkby (2000) mencionan que los síntomas de deficiencia más frecuente del fósforo son el crecimiento retardado de la planta y la relación de peso seco entre la parte aérea/raíz baja, los síntomas de deficiencia aparece en las hojas más maduras, que poseen frecuentemente un color verde oscuro.

- *Potasio*: Garcia-Serrano et al., (2009) indican que el potasio es un elemento de efecto múltiple, entre sus funciones esta mejorar la actividad fotosintética; incrementar la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promover la síntesis de lignina, favorecer la rigidez y estructura de las plantas; favorecer la formación de azúcares en las hojas, participa en la formación de proteínas. El síntoma de deficiencia principal es el retraso general en el crecimiento e incremento de la vulnerabilidad de la planta a los factores externos.
- *Calcio*: Sierra (2013) señala que el calcio es un elemento estructural al ser parte de la pared celular como pectato de calcio. Este nutriente se encuentra también al interior de las vacuolas precipitado en forma de oxalato de calcio. La deficiencia de calcio produce inhibición del crecimiento de brotes y ápices de raíces, razón, por la cual, es muy importante en la primera etapa de crecimiento de las plantas, como es la formación del sistema radicular, un síntoma adicional de deficiencia de calcio es el amarillamiento internerval de las hojas jóvenes, los puntos de crecimiento terminan necrosados.
- *Magnesio*: Mengel & Kirkby (2000) indican que la función más conocida del magnesio es su participación en la estructura de la molécula de clorofila, y como consecuencia participa activamente en el proceso fotosintético de la planta, es también importante su participación como cofactor de las enzimas en el procesos de fosforilación oxidativa, el Magnesio forma puente químico entre la estructura del pirofosfato del ATP o del ADP y la molécula de la enzima. Según los autores mencionados los síntomas de deficiencia general son: amarillamiento internerval o clorosis y en casos extremos las áreas se vuelven necróticas, finalmente las plantas deficientes en magnesio son pobres en clorofila y se reduce el proceso fotosintético.

- *Azufre*: Melendez & Molina (2003) mencionan que el azufre es constituyente de los aminoácidos cisterna y metionina que forman parte de las metalproteínas, entre ellos la ferredoxina, interviene activamente en el enlace de átomos metálicos. La deficiencia de azufre afecta el crecimiento de brotes, genera clorosis en las hojas y genera acumulación de nitrato y nitrógeno soluble en la planta. La deficiencia reduce la conductividad hidráulica de la raíz, la apertura estomacal y la fotosíntesis.
- *Hierro*: Perez (2014) indica que el hierro participa activamente en la fotosíntesis vegetal, debido a que, interviene en la formación de fosfoproteínas férricas y fitoférricas que a su vez forman los plastos, son constituyentes también de los citocromos, quienes participan en procesos de transferencia de electrones. El hierro participa también en la actividad enzimática debido a que constituyen hemoproteínas como catalasas, peroxidases y deshidrogenasas. El hierro también participa en la reducción del nitrato a amonio durante el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno. Mengel & Kirkby (2000) refieren que la deficiencia se presenta en hojas jóvenes como una clorosis intervenal y un patrón reticulado muy fino contrastando marcadamente las nervaduras verdes más oscuras contra un fondo verde amarillento más claro.
- *Zinc*: Molina (2002) señala que el zinc participa en numerosas reacciones enzimáticas en procesos de gran importancia para la planta como la fotosíntesis, transporte de electrones, activación del ácido indolacético, entre otros. El zinc es de gran importancia en la regulación del crecimiento vegetal y participa activando numerosas enzimas como anhidrasa carbónica, e interviene en la síntesis de proteínas. La deficiencia de zinc se observa en brotes nuevos como una clorosis internerval, disminución del tamaño de las hojas y reducción del crecimiento.
- *Manganeso*: Perez (2014) indica que el manganeso se encuentra en los cloroplastos y participa en la oxidación del agua a hidrógeno, oxígeno y electrones libres, participa también en la biosíntesis de la auxina, fitohormona de gran importancia en el crecimiento de las plantas, participa en procesos redox como integrante de arginasa, interviene en la síntesis de vitaminas A, C y E. Mengel & Kirkby (2000) señalan que los síntomas de

- deficiencia se presenta en hojas jóvenes y se caracteriza por presentarse manchas amarillas en las hojas.
- *Boro*: Perez (2017) señala que el boro participa en el metabolismo de carbohidratos y facilita el transporte de azúcares formando un complejo permeable boro-azúcar aumentando la permeabilidad de la membrana celular. Una función adicional del boro es la inhibición de la síntesis del almidón combinándose con la parte activa de la fosforilasa, evitando así, la excesiva polimerización de los azúcares durante la síntesis del azúcar. El boro es necesario para la división y elongación celular, finalmente, participa en la biosíntesis de la lignina y con ello en la formación de los haces conductores xilemáticos. Sierra (2013) menciona que los síntomas generales de deficiencia de boro son la detención del crecimiento apical con clorosis en el margen de hojas maduras, entrenudos cortos, con arrosetamiento, aborto y caída de flores y menor cuaja de frutos y semillas.
  - *Molibdeno*: Mengel & Kirkby (2000) indican que el molibdeno es un componente esencial de dos enzimas de gran importancia en los vegetales, la nitrogenasa y nitrato reductasa, debido a esta función, los síntomas de deficiencia se asemejan a la deficiencia de nitrógeno, es decir, se presentan hojas viejas cloróticas, que rápidamente se vuelven necróticas en los márgenes, debido a la acumulación nitratos. La deficiencia de molibdeno se presenta primero en hojas del tercio medio y en las basales, la hoja tiene apariencia amarillenta a verde amarillenta, y los márgenes se enrollan sobre sí mismas, muchas veces las hojas son pequeñas y cubiertas por manchas muertas.
  - *Cobre*: Perez (2017) menciona que el cobre es constituyente de varias enzimas como la oxidasa del ácido ascórbico, tirosinasa y citocromo-oxidasa, y de la proteína plastocianina, que suministra equivalentes de reducción al fotosistema I, siendo el elemento terminal en la cadena transportadora de electrones del cloroplasto. El cobre forma parte de la fenol oxidasa, que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a cetonas durante la formación de la lignina. Sierra (2013) indica que los síntomas de deficiencia son plantas de color verde muy oscuro, retorcidas y deformadas, escaso crecimiento de brotes, bordes de hojas del tercio medio y hojas

jóvenes se rizan en tubos hacia las nervaduras centrales y las hojas terminales se presentan muy pequeñas, rígidas y plegadas.

#### **4.6.3. Importancia de la fertilización foliar**

Salas (2002) refiere que la fertilización foliar tiene el objetivo de corregir deficiencias de elementos menores o microelementos en forma rápida y en ello radica la importancia de esta práctica. En el caso de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, la aplicación foliar es complementario y no sustituye la aplicación al suelo debido a las cantidades relativamente altas que requieren las plantas, ya que la cantidad aplicada por vía foliar es muy pequeña en comparación con la cantidad aplicada. Aun cuando la fertilización foliar para los elementos mayores, es complementaria, bajo ciertas condiciones especiales, puede mejorar el rendimiento de la cosecha, estas condiciones especiales, son aquellas que resultan en limitantes para la nutrición mineral de la planta debido a problemas del sistema radicular. La sequía es la primera de ellas y se produce cuando el suministro de agua es deficiente, afectando la nutrición radicular y produciendo trastornos severos en el desarrollo vegetal. Bajo esta situación, la absorción radicular de nutrientes es limitado y será necesario utilizar, la vía foliar.

#### **4.6.4. Factores que influyen en la fertilización foliar**

##### **4.6.4.1. Factores propios de la planta.**

Guerrero (1998) indica que la presencia de tricomas, pelos o pubescencias superficiales de las hojas incrementan la absorción de nutrientes vía foliar, ya que, estas estructuras incrementan la superficie de contacto del líquido, reducen la tensión superficial y permiten que las gotas del fertilizante foliar se fragmente en gotas más pequeñas, finas y fáciles de absorber, finalmente favorecen la absorción foliar debido a que en la base de estas estructuras el espesor de las cutículas es menor.

Singh (2002) refiere que la edad de la hoja, y el estrés hídrico son factores que modifican la conformación y espesor de la membrana cuticular, que a su vez afecta la permeabilidad de las mismas. El estado nutricional, la condición metabólica y fenológica de la planta son factores que afectan la fertilización foliar. Las plantas tienen un sistema de control que les permite reducir o detener la absorción de un

determinado nutriente cuando este se encuentra en un nivel adecuado en la planta, así por ejemplo en el caso del nitrógeno en forma de nitrato, el mecanismo que controla su absorción por parte de las raíces y hojas es justamente la capacidad de la misma de reducirlo, ya sea en la parte aérea o radicular, de tal manera que cuando el estado nutricional de nitrógeno es adecuado se reduce la absorción de nitratos.

#### 4.6.4.2. Factores ambientales

Segura (2002) menciona los siguientes factores ambientales que influyen en la fertilización foliar:

- *Temperatura*. Esta variable afecta la absorción de nutrientes vía aspersión foliar, por ejemplo, el fósforo en las hojas de frijol se absorbe en mayor cantidad a 21 °C que a 14 o 25 °C.
- *Luz, humedad relativa y hora de aplicación*: La luz afecta en forma indirecta, debido a que es un factor importante en la fotosíntesis. Una planta activa fotosintéticamente incorpora rápidamente los nutrientes minerales en los metabolitos. La humedad relativa afecta la velocidad de evaporación del agua aplicada en la fertilización foliar, la alta humedad relativa del ambiente favorece el ingreso de los nutrientes hacia el interior de la hoja, ya que las estomas se encuentran abiertos. La hora de aplicación afecta la fertilización foliar ya que, aplicaciones muy tempranas o muy tarde favorece la absorción de nutrientes.

#### 4.6.4.3. Factores asociados con la solución

- *pH de la solución*. Molina (2002) menciona que el pH de la solución de fertilizante foliar es primordial, es tan importante como el ion acompañante del nutriente, estos dos factores influyen en la absorción de nutrientes en la hoja. Por ejemplo, las soluciones de pH ácido favorecen la absorción de fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  que con el  $\text{K}^+$ .
- *Surfactantes y adherentes*: Molina (2002) señala que la adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece la absorción del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante es reducir la tensión superficial de las moléculas de agua y permitir una mayor superficie de

contacto con la hoja; un adherente permite mejor distribución del nutriente en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora.

- *Presencia de sustancias activadoras*: Singh (2002) menciona que se están realizando estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrientes por aspersión foliar. Los ácidos húmicos y la urea actúan como activadores. La urea dilata la cutícula y destruye la cera sobre la superficie de la hoja, facilitando la penetración del nutriente.
- *Nutrición y el ion acompañante en la aspersión*. Salas (2002) la absorción de nutrientes está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico de la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones  $K^+$  y  $NH_4^+$  requieren sólo de un  $H^+$  en el intercambio, mientras que el  $Ca^{2+}$  y el  $Mg^{2+}$  requieren de dos  $H^+$ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño. En el caso del fósforo, el amonio lo estimula en su absorción más que el  $Na^+$  o  $K^+$ ,
- *Concentración de la solución*: Segura (2002) indica que la concentración de la sal portadora de un nutriente en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar. La concentración de la urea que debe utilizarse de una especie a otra varía mucho.

#### **4.6.5. Categorías de la fertilización foliar**

Segura (2002) clasifica la fertilización foliar en seis categorías, según el propósito que se persigue:

- *Fertilización correctiva*: es aquella en la cual, se suministran nutrientes minerales vía aspersión para corregir deficiencias evidentes, se realiza en la etapa de crecimiento activo de la planta, su efecto puede ser de corta duración, sino se dosifica en forma correcta.
- *Fertilización preventiva*: es aquella en la cual, se aplica el nutriente, sin que se presenten síntomas visibles de deficiencia, sin embargo, se tiene la

seguridad de que, en algún momento del crecimiento, será evidente la deficiencia, debido principalmente a la baja fertilidad del suelo.

- *Fertilización sustitutiva*: en algunas especies, como la piña, esta forma de fertilización puede tener relativo éxito, consiste en aplicar vía foliar todo el requerimiento de nutrientes de la especie. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes.
- *Fertilización complementaria*: es la alternativa más utilizada y consiste en aplicar vía foliar los micronutrientes, y al suelo los macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio.
- *Fertilización complementaria en estado reproductivo*: puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales, durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.

#### **4.6.6. Fuentes de fertilizantes foliares**

Guerrero (1998) menciona que para ser considerado fertilizante foliar, un producto determinado debe ser muy soluble en agua y no ser fitotóxico para el follaje. Agrega que los fertilizantes foliares se dividen en categorías principales: sales minerales inorgánicas, y quelatos naturales o sintéticos, que incluye complejos naturales orgánicos. Estas fuentes se formulan en polvos o cristales finos de alta solubilidad en agua y en presentaciones líquidas.

##### **4.6.6.1. Sales minerales inorgánicas**

Molina (2002) menciona que las principales fuentes inorgánicas son: óxidos, carbonatos y sales metálicas como sulfatos, cloruros y nitratos. Los óxidos como  $ZnO_2$ ,  $Cu_2O$  y  $MnO_2$ , pueden ser utilizados esporádicamente debido a que son compuestos muy insolubles. Los sulfatos son los más utilizadas por su alta solubilidad en agua y su menor índice salino en comparación con cloruros y nitratos, esto reduce la fitotoxicidad en las hojas. Los oxisulfatos son óxidos que están parcialmente acidulados con ácido sulfúrico, y también presentan un grado de solubilidad en agua muy limitada. Las fuentes de fósforo más utilizadas son fosfato



monoamónico, fosfato diamónico, polifosfatos, y fosfato monopotásico. Las fuentes de potasio más utilizadas son cloruro de potasio, sulfato de potasio, y nitrato de potasio, este último es más utilizado debido a su menor efecto fitotóxico y presencia de nitrógeno. Se ha comprobado el efecto positivo del KCl y el nitrato de potasio como coadyuvantes para mejorar la absorción de otros nutrimentos mezclados en la solución de aplicación, debido a que se les atribuyen a ambas fuentes propiedades que favorecen la permeabilidad de la cutícula foliar, facilitando con ello la penetración de iones a través de ella.

#### 4.6.6.2. Quelatos

Guerrero (1998) sostiene que los quelatos son sustancias que intervienen en un gran número de procesos biológicos esenciales en la fisiología de las plantas, como por ejemplo en el transporte de oxígeno y en la fotosíntesis. Muchas de las enzimas catalizadoras de reacciones químicas son quelatos. Otros ejemplos de quelatos biológicos naturales incluyen a la clorofila y la vitamina B12.

Molina (2002) define quelato como un compuesto orgánico de origen natural o sintético, que puede combinarse con un catión metálico y lo acompleja, formando una estructura heterocíclica. Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas. El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación-reducción, inmovilización, precipitación, etc. El proceso de quelación de un catión neutraliza la carga positiva de los metales permitiendo que el complejo formado quede prácticamente de carga cero. Esto es una ventaja para facilitar la penetración de iones a través de la cutícula foliar cargada negativamente, y de esta forma no hay interferencia en la absorción por efecto de repulsión o atracción de cargas eléctricas. De esta forma los quelatos pueden ser absorbidos y translocados más rápidamente que las sales debido a su estructura que los hace prácticamente de carga neta cero.

#### 4.7. Estadísticas de plantaciones forestales

Tabla 1: *Plantaciones forestales registradas - Periodo 2014 -2023*

Departamento	Superficie	%
Amazonas	9,847.00	9.30%
Áncash	3,358.79	3.17%
Apurímac	3,877.97	3.66%
Arequipa	234.74	0.22%
Ayacucho	685.48	0.65%
Cajamarca	6,114.18	5.77%
Cusco	9,733.52	9.19%
Huancavelica	476.55	0.45%
Huánuco	17,845.13	16.85%
Ica	1,621.75	1.53%
Junín	5,330.75	5.03%
La Libertad	2,498.42	2.36%
Lima	413.95	0.39%
Loreto	14,367.90	13.57%
Madre de Dios	1,150.99	1.09%
Pasco	9,081.16	8.58%
San Martín	10,630.46	10.04%
Ucayali	7,804.06	7.37%
<b>Total</b>	<b>105,899.75</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: (SERFOR, 2023)

En la tabla 6 se presenta las estadísticas del Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre en ella se aprecia que en el periodo del 2014 al 2023 se registraron un total de 105,899.75 ha de plantaciones forestales en el Registro Nacional de Plantaciones Forestales regida por el SERFOR, la región que mayor superficie de plantaciones forestales registró fue Huánuco con 17,845.13 equivalente al 16.85% de la superficie nacional registrada, seguido de Loreto con 14,367.90 ha y San Martín con 10,630.46 ha, para este periodo la región Cusco registró 9,733.52 ha de plantaciones forestales.

Tabla 2: *Registró histórico de plantaciones forestales a nivel nacional y región Cusco – periodo 2015-2023*

Año	Nacional	Cusco	
	Ha	Ha	%
<b>2015</b>	207.59	86.85	41.84%
<b>2016</b>	15,648.95	3,582.23	22.89%
<b>2017</b>	17,354.38	1,210.56	6.98%
<b>2018</b>	18,760.74	2,077.00	11.07%
<b>2019</b>	9,733.53	647.62	6.65%
<b>2020</b>	6,837.20	655.90	9.59%
<b>2021</b>	15,334.69	647.47	4.22%
<b>2022</b>	14,054.62	416.12	2.96%
<b>2023</b>	7,968.05	409.77	5.14%
<b>Total</b>	105,899.75	9,733.52	9.19%

Fuente: (SERFOR, 2023)

Según los registros del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2003) en el periodo de tiempo de 2015 al 2023 fueron registrados 105,899.75 ha de plantaciones forestales de los cuales en la región Cusco fueron registrados 9,733.52 ha equivalente al 9.19% de la superficie nacional. A nivel nacional el año que mayor registró se realizó año 2018 con 18,760.74 ha, mientras que la menor cantidad de superficie registrada con plantaciones forestales fue el año 2015 con 207.59 ha, en el caso de la región Cusco el año con mayor registro fue 2016 con 3,582.23 ha de plantaciones forestales.

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue básica y aplicada de nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. La investigación fue cuantitativa debido a que recolectó datos numéricos para probar hipótesis con base en la medición y utilizó como herramienta de análisis la estadística para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, (Hernández et al., 2006).

### 5.2. Ubicación temporal del experimento

La investigación se realizó del 15 de noviembre del 2022 al 30 de marzo del 2023. La corta duración de la investigación en su etapa de campo se justifica debido a que se utilizaron plántones de recría, es decir fueron producidos en la campaña anterior y no pudieron ser instalados en el campo y para evitar su pérdida fueron recriados.

### 5.3. Ubicación del campo experimental

La investigación fue realizada en el vivero agroforestal de Centro de Investigación en Sistemas Agroforestales - CISAF, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

#### 5.3.1. Ubicación geográfica

Longitud:	71°52'03" Oeste
Latitud:	13°33'24" sur
Altitud:	3,219 m

#### 5.3.2. Ubicación hidrográfica

Cuenca :	Vilcanota
Sub cuenca:	Watanay
Microcuenca:	Wanakauri

#### 5.3.3. Ubicación política

Región:	Cusco
Provincia:	Cusco

Distrito: San Jerónimo  
Lugar: Centro Agronómico K'ayra

#### 5.3.4. Zona de vida

De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge (1967), citado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2017), el Centro Agronómico K'ayra se ubica en la zona de vida Bosque seco – Montano bajo Subtropical.



Imagen 01: Ubicación del campo experimental – Fuente Google Earth (2023)

#### 5.4. Materiales, equipos y herramientas

##### 5.4.1. Material biológico

El material vegetal fue proporcionado por el Vivero Agroforestal de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y consistió en plántulas de pino procedente de la campaña de producción anterior, plántulas que no fueron posible instalarlos en el campo definitivo. Fueron elegidos plantas del mismo tamaño y desarrollo.

##### 5.4.2. Materiales

- Estacas y etiquetas de identificación
- Fichas de evaluación (se presenta en anexos)
- Dolomita y cordel

- Tierra negra orgánica en un volumen de 0.5 m<sup>3</sup>.
- Tierra agrícola en un volumen de 1.0 m<sup>3</sup>.
- Bolsas de repique de 8"x12" para reembolsar los plantones de recría
- Fertilizantes foliares: Aminovigor, Nutrisil y Strong-Phos.

#### 5.4.3. Herramientas

- Pulverizadora manual de 5 litros
- Wincha metálica de 5 m
- Balanza de precisión de 1 kg.
- Regla graduada con Vernier (pie de rey) digital
- Picos, palas y rastrillos
- Manguera de polietileno de baja densidad de 1" y de 16 mm, conector inicial, tapón final, válvula de 1" y microaspersores.
- Tijera de poda
- Termo higrómetro

#### 5.4.4. Equipos

- Celular (registro fotográfico).
- Computadora personal e impresora
- Estufa eléctrica de secado

#### 5.4.5. Fertilizantes foliares utilizados en la investigación

##### 5.4.5.1. Aminovigor

#### Composición química

Tabla 3: *Composición química de Aminovigor*

Elemento	Concentración	Elemento	Concentración
PH	4.22	Glicina	1.09%
Materia Orgánica Soluble	277.72 gr/L	Leucina	0.54%
Nitrógeno	21.36 gr/L	Valina	0.64%
Fósforo	2.00 gr/L	Isoleucina	0.73%
Potasio	10.20 gr/L	Fenilalanina	1.08%
Calcio	4.80 gr/L	Prolina	0.67%
Magnesio	0.92 gr/L	Metionina	0.38%
Azúfre	1.97 gr/L	Triptófano	0.02%
Fierro	57.00 mg/L	Arginina	0.36%
Cobre	1.20 mg/L	Tirosina	0.29%
Zinc	7.00 mg/L	Serina	0.41%
Manganeso	1.50 mg/L	Alanina	0.36%
Boro	3.33 mg/L	Histidina	0.18%
Ácido Húmico	4.68%	Acido Glutámico	1.27%
Ácido Fúlvico	4.83%	Acido Aspártico	3.16%

Fuente: Bio Fertilizantes Perú S.A.C. (2023)

### Características y beneficios

Bio Fertilizantes Perú S.A.C. (2023) menciona que Aminovigor es obtenido por procesos de hidrólisis enzimáticas y proceso fermentativo de especies marinas ricos en aminoácidos biológicamente activos, péptidos, ácidos orgánicos, vitaminas, materia orgánica líquida, microorganismos benéficos, enzimas, macro y micro elementos en forma asimilable. Este fertilizante foliar es un activador de procesos fisiológicos de la planta, además es un regulador natural del equilibrio nutricional mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, revitaliza y activa a las plantas después de situaciones de estrés biótico y abiótico. Entre los beneficios de este producto se puede enumerar lo siguiente:

- Incrementa la actividad fisiológica y fotosintética de la planta.
- Mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Asegura una floración concentrada y vigorosa.
- Aumenta la fertilidad, cuajado y amarre de los frutos.
- Promueve el incremento de las defensas naturales de la planta contra las plagas.
- Regula el equilibrio hídrico de las plantas superando condiciones de sequías e inundaciones.
- Potencializador de las coloraciones intensas y dulzor de los frutos.
- Incremento del rendimiento y calidad de las cosechas.

### Recomendaciones de uso

Tabla 4: *Recomendaciones de uso de Aminovigor*

Cultivo	Dosis/Ha.	Aplicaciones
Cítricos Café y Cacao.	1.5 L	Aplicar terminada la poda, prefloración, plena floración, al cuajado y llenado de frutos.
Palto, Olivo, Mango, Papaya.	1.5 L	Aplicar desde la Prefloración y durante toda la etapa reproductiva del cultivo.
Manzanos, Cirolero, Duraznos, Vid, Chirimoyos.	1.5 L	Aplicar después del segundo riego, a la formación de yemas, brotación, floración, cuajado y llenado de frutos.
Fresa.	1.0 L	Aplicar desde la siembra, inicios de floración y durante toda la etapa reproductiva y cosecha del cultivo.
Espárragos, Ajos, Alcachofa, Cebolla.	1.0 L	Aplicar después del trasplante, en toda la etapa vegetativa y reproductiva.
Ají Páprika, Tomate, Pepino.	0.5 – 0.6 L	Aplicar durante el crecimiento de la planta, prefloración, cuajado y llenado de fruto.
Quinoa, Kiwicha, Maíz.	0.6 – 1.0 L	Aplicar durante toda la etapa de crecimiento, floración y formación de granos.
Papa, Camote.	1.0 – 1.5 L	Aplicar desde la siembra, sobre la semilla y abono, antes del aporque, crecimiento y floración, hasta completar la tuberización.

Cultivo	Dosis/Ha.	Aplicaciones
Algodón.	1.0 L	Aplicar después del deshije, al crecimiento de la planta, antes y en plena floración, a la formación y llenado de las bellotas.
Habas, Arveja, Sacha Inchi.	1.0 L	Aplicar durante el crecimiento vegetativo, antes de la floración, en plena floración, y llenado de vainas.
Banano.	1.0 – 1.5 L	Aplicar al trasplante de hijuelos, crecimiento, pre floración, hasta completar el llenado de fruto.
Arroz.	1.0 L	Aplicar en almácigo, trasplante, macollo, punto de algodón y llenado de grano.

Fuente: Bio Fertilizantes Perú S.A.C. (2023)

#### 5.4.5.2. Nutrisil

### Composición química

Tabla 5: *Composición química de Nutrisil*

Elemento	Concentración	Elemento	Concentración
Nitrógeno	20%	Carbohidratos	50 g/l
Fósforo	20%	Ácidos húmicos y fulvatos	50 g/l
Potasio	20%	Lignocitratos	65 g/l
Aminoácidos	10 g/l	Ácidos policarboxílicos	250 g/l
Polifenoles	40 g/l	Vitaminas	0.05 g/l
Algas marinas	75 g/l	Enzimas	280 g/l

Fuente: Silcrop SAC (2023)

### Características y dosis de aplicación

Fertilizante foliar formulado en base a fosfitos de potasio y calcio, con alta concentración de silicio soluble, contiene fósforo asimilable, potasio soluble en agua, calcio, cobre y silicio soluble. Se aplica a una dosis de 1.0 l/100 litros de agua, dosis recomendada en la etiqueta comercial del producto.

#### 5.4.5.3. Strong-Phos

### Composición química

Tabla 6: *Composición química de Strong- Phos*

Elemento	Concentración	Elemento	Concentración
Fósforo	35.00%	Manganeso	24.00 mg/L
Nitrógeno	8.00%	Cobre	12.00 mg/L
Potasio	9.00%	Cobalto	0.20 mg/L
Extractos Húmicos	43.40 g/L	Molibdeno	0.20 mg/L
Acidos Carboxílicos	10.00 g/L	Boro	0.50 mg/L
Zinc	9.00 mg/L	Vitamina B1	Trazas
Hierro	30.00 mg/L		

Fuente: Farmagro S.A., (2023)



## Características y beneficios

Farmagro S.A., (2023) menciona que el Strong-Phos favorece la adecuada floración y fructificación de los cultivos tratados, promueve el desarrollo radicular lo que favorece la absorción de nutrientes del sistema suelo/planta, confiere a los cultivos mayor resistencia a factores externos como sequías, heladas, enfermedades, etc y puede aplicarse foliarmente o a través de sistema de riego tecnificado (aspersión, goteo, exudación).

## Recomendaciones de uso

Tabla 7: Recomendaciones de uso de Strong-Phos

Cultivo	Dosis		Frecuencia y momento de aplicación
	L/200 l	L/ha	
Cítricos, manzano, durazno y vid	0.5 -1.0	1 a 2	1° Aplicación: Antes de floración, después de reventar las yemas. 2° Aplicación: Después de la caída de pétalos o al inicio del desarrollo de frutos. Puede repetirse cada 20 a 30 días. No aplicar en mezcla de aceite.
Algodón	1.0	2 a 3	1° Aplicación: Después del desahije, antes de la floración (30 -40 días después de la siembra) 2° Aplicación: A la aparición de las primeras bellotas o sea al inicio del botoneo. Repetir otra aplicación más, después de 25 a 30 días de la segunda aplicación.
Esparrago	0.25 0.5 - 1.0	1.0 1.0 a 2.0	En almácigo: una aplicación semanal En campo definitivo: Para mantenimiento de esparragueras, hacer de 1 - 2 aplicaciones cada 15 días.
Papa, camote	0.5	1.0 a 2.0	1° Aplicación: Después de la emergencia, es decir entre 30 - 40 días después de la siembra. 2° Aplicación: A los 60 días después de la siembra luego continuar cada 15 - 20 días
Hortalizas: Tomate, aji, cebolla, apio, col, brocoli, ajo, paprika, pimiento y hortalizas de raíz	1.0	1 a 2	1° Aplicación: 15 - 20 días después de la siembra o del trasplante o de establecido el cultivo. 2° aplicación: 20 días después de la primera aplicación o al inicio de la fructificación. Luego repetir la aplicación 1 a 2 veces cada 15 días.
Cucurbitáceas: Sandía, melón, pepinillo, zapallo, etc	0.5 - 1.0	1 a 2	1° aplicación: Antes del inicio de floración. Repetir luego 1 a 2 aplicaciones cada 15 días
Leguminosas: Frijol, vainita, arveja, haba, etc	1.0	1 a 2	1° Aplicación: antes de la floración Repetir 2 a 3 aplicaciones más después del cuajado de vainas, con intervalo de 15 días.
Arroz	1.0	1 a 2	1° aplicación: 15 a 20 días después del trasplante. 2° aplicación: 20 días después de la primera 3° aplicación: En punto de algodón, espiga en plena floración
Maíz, trigo y cebada	1.0	1 a 2	1° Aplicación: 15 a 20 días después de la emergencia 2° aplicación: cada 15 días hasta la floración

Fuente: Farmagro S.A., (2023)

## 5.5. Métodos

### 5.5.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Diseño Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2A x 4B, con un total de ocho tratamientos distribuidos en tres bloques y 24 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron distribuidas en los bloques al azar, utilizando el método del balotario, sin reemplazo. Los resultados obtenidos fueron procesados utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 95% y 99% se utiliza el programa Excel.

### 5.5.2. Factores y niveles de evaluación

- Factor A: Ambiente de crecimiento
  - Nivel a<sub>1</sub>: Campo abierto
  - Nivel a<sub>2</sub>: Bajo fitotoldo
- Factor B: Fertilizante foliar
  - Nivel b<sub>1</sub>: Aminovigor
  - Nivel b<sub>2</sub>: Nutrisil
  - Nivel b<sub>3</sub>: Strong-Phos
  - Nivel b<sub>4</sub>: Testigo (sin fertilizante foliar)

### 5.5.3. Tratamientos

Tabla 8: *Tratamientos evaluados*

Clave	Combinación	Descripción de tratamientos
T-1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Campo abierto + Aminovigor
T-2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Campo abierto + Nutrisil
T-3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Campo abierto + Strong-Phos
T-4	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Campo abierto + Testigo
T-5	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Bajo Fitotoldo + Aminovigor
T-6	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Bajo Fitotoldo + Nutrisil
T-7	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos
T-8	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Bajo Fitotoldo + Testigo (sin fertilizante foliar)

### 5.5.4. Características del campo experimental

Tabla 9: Características del campo experimental

	Campo libre	Fitotoldo	Total	Unidad
<b>Campo experimental</b>				
Largo	8.40	8.40	16.80	m
Ancho	4.80	4.80	9.60	m
Área	40.32	40.32	80.64	m <sup>2</sup>
<b>Bloques</b>				
Largo	8.40	8.40	16.80	m
Ancho	1.20	1.20	2.40	m
Área	10.08	10.08	20.16	m <sup>2</sup>
<b>Calles longitudinales</b>				
Cantidad	3.00	3.00	6.00	
Largo	4.80	4.80	9.60	m
Ancho	0.80	0.80	1.60	m
Área	11.52	11.52	23.04	m <sup>2</sup>
<b>Calles transversales</b>				
Cantidad	2.00	2.00	4.00	
Largo	8.40	8.40	16.80	m
Ancho	0.60	0.60	1.20	m
Área	10.08	10.08	20.16	m <sup>2</sup>
<b>Unidad experimental</b>				
Cantidad	12	12	24	
Largo	1.5	1.5	-	m
Ancho	1.2	1.2	-	m
Área	1.80	1.80	-	m <sup>2</sup>
N° de plantones evaluados por unidad experimental	8.0	8.0		

Figura 1: Croquis de la unidad experimental

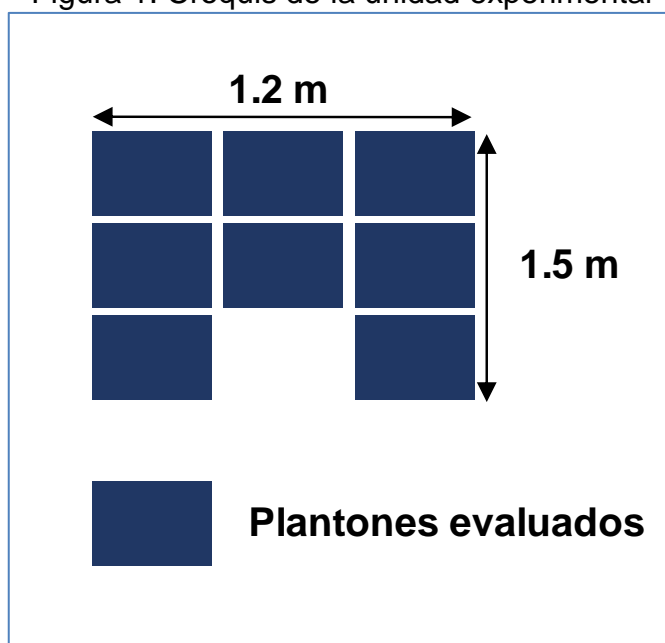
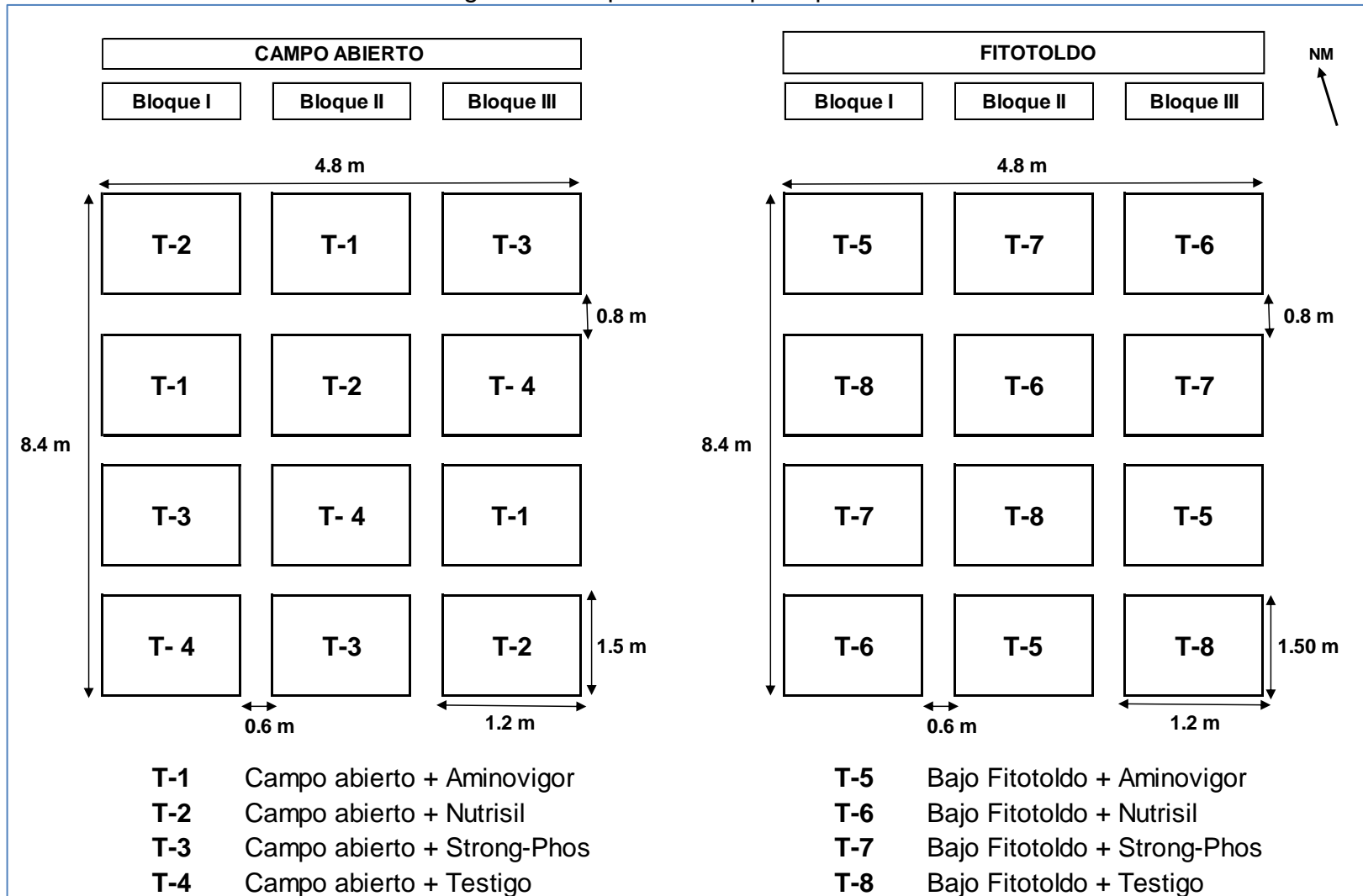


Figura 2: Croquis del campo experimental



### **5.5.5. Conducción del cultivo**

#### 5.5.5.1. Limpieza y nivelado del campo experimental

La limpieza y el nivelado del campo experimental fue realizado el 15 de noviembre del 2022. Las malezas fueron eliminadas con pico y trasladadas al borde del campo, la nivelación se ejecutó con pico y rastrillo.

#### 5.5.5.2. Trazado del campo experimental

Las camas de crecimiento fueron trazadas en el campo experimental considerando las siguientes dimensiones: 10 metros de largo, 1.2 metros de ancho, calles de 0.60 metros de ancho en forma longitudinal y 0.8 m en forma transversal. El trazado se realizó el 17 noviembre del 2022 con la ayuda de cordel y estacas y utilizando diatomita.

#### 5.5.5.3. Refacción del fitotoldo

El centro de investigación CISAF cuenta con un fitotoldo, esta estructura fue reparada adecuadamente para que pueda acoger las plantas del experimento, esta labor se realizó el 18 de noviembre del 2022.

#### 5.5.5.4. Preparación del sustrato

Previo a la preparación del sustrato se realizó el zarandeo de la tierra agrícola excavada en el lugar y la tierra negra adquirida. El sustrato se preparó realizando la mezcla de la tierra agrícola del lugar con la tierra negra, en una proporción de 2:1, dos volúmenes de tierra agrícola y un volumen de tierra negra. El volumen fue medido en baldes de 20 litros. Una vez formada la pila con los materiales en la proporción correspondiente, se realizaron tres volteos con pala, para uniformizar la mezcla; finalmente, el sustrato se trasladó en carretilla al vivero e fitotoldo para su embolsado, esta labor se realizó el 20 de noviembre del 2022.

#### 5.5.5.5. Análisis del sustrato

El muestreo del sustrato se realizó el 20 de noviembre del 2022, el procedimiento fue el siguiente: del sustrato preparado y antes de realizar el embolsado se obtuvo en forma aleatoria tres muestras parciales, los cuales fueron uniformizados y divididos en cuatro partes iguales hasta obtener una muestra compuesta de un kilogramo de peso. La muestra compuesta fue empaquetada en dos bolsas

plásticas con una etiqueta de identificación en el centro y fue enviado al Laboratorio de Ciencias Naturales, Aguas, Suelos, Minerales y Medio Ambiente MC QuímicaLab, ubicado en Coviduc A4, distrito de San Sebastián, Cusco. El resultado del análisis de la muestra fue emitido el 22 de noviembre del 2022 por el laboratorio mencionado anteriormente.

Tabla 10: Resultados del análisis de suelo

Parámetro	Símbolo	Unidad	Cantidad
Nitrógeno total		%	0.06
Fósforo disponible	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ppm	85.0
Potasio intercambiable	K <sub>2</sub> O	Ppm	148.0
Materia orgánica	MO	%	1.10
Ph			7.60
Conductividad eléctrica saturada	CE	µS/cm	880.00
Capacidad de intercambio catiónico	CIC	meq/100	14.00
Arena		%	18.80
Arcilla		%	2.30
Limo		%	78.90
Clase textural		Franco limoso	

Fuente: MC Química Lab

Según las tablas críticas presentado a continuación el análisis de suelo se interpreta de la siguiente manera:

- *Materia orgánica*: NIVEL BAJO debido a que el contenido de materia orgánica fue inferior a 2.0%.
- *Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*: NIVEL ALTO ya que el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es mayor a 40.0 ppm.
- *Potasio (K<sub>2</sub>O)*: NIVEL MEDIO considerando un pH 7.6 el cual es mayor a 6.5, el contenido de K<sub>2</sub>O se ubica en el rango de 91 a 180.
- *Suelo neutro*: debido a que el Ph es de 7.6, se encuentra en el límite de suelo neutro y suelo básico, sin embargo, la tabla de niveles críticos menciona que debe ser mayor a 7.6.
- *Suelo normal*: debido a que la conductividad eléctrica se ubica en el rango de 0 a 2.0 mmhos/cm.

Tabla 11: Niveles críticos para materia orgánica y elementos mayores

Nivel	% N	% MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en ppm	K <sub>2</sub> O en ppm	
				pH < 6,5	pH >6,5
<b>Bajo</b>	0 a 0.1	Menor a 2	0 - 20	0 – 60	0 – 90
<b>Medio</b>	0.11 – 0.2	2.1 – 4.0	20 - 40	61 – 120	91 – 180
<b>Alto</b>	Mayor a 0.2	Mayor a 4	Mayor a 40	Mayor a 120	Mayor a 180

Fuente: Vitorino (1989)

Tabla 12: Niveles críticos para pH y conductividad eléctrica

	Acido	Neutro	Básico
<b>pH</b>	2.5 – 6.5	6.6 – 7.5	7.6 a más
<b>C.E. (mmhos/cm)</b>	Normal	Ligeramente salino	Salino
<b>(dS/m)</b>	0 a 2	2.1 – 4	4.1 a más

Fuente: Vitorino (1989)

Para calcular el aporte de nitrógeno, fósforo y potasio del sustrato utilizado se procedió de la siguiente manera:

— Aporte de nitrógeno:

- *Peso de suelo por bolsa:* en promedio 2.5 kg por bolsa
- *Cantidad de nitrógeno orgánico por bolsa:* según el análisis existe 0.06% de Nitrógeno total, por tanto:

$$N_{total} = \frac{2.5 \text{ kg} \times \frac{0.06}{100}}{1000000} \quad N_{total} = 1,500 \text{ mg}$$

- *Cantidad de nitrógeno mineral aportado por bolsa:* considerando un coeficiente de mineralización del 1.7% (obtenido de la tabla siguiente) la cantidad de nitrógeno disponible por bolsa es:

$$N_{aportado} = 1,500 \text{ mg} \times \frac{1.7}{100}$$

$$N_{aportado} = 25.5 \text{ mg de nitrógeno por bolsa}$$

Por cada bolsa de sustrato de 2.5 kg de peso hubo un aporte de 25.5 mg de nitrógeno disponible.

Tabla 13: Porcentajes de mineralización según clima y tipo de suelo

Clima y tipo de suelo	% de mineralización
<b>Regiones templadas:</b>	
<b>Suelo franco arcilloso y arcilloso</b>	1 a 2%
<b>Suelos franco limoso</b>	1.5 a 2.5%
<b>Suelo franco arenoso y arenoso</b>	2.0 a 3.0%
<b>Regiones cálidas y áridas con mayor o menor cubierta vegetal</b>	4 a 10%

Fuente: (INIA, 2023)

— Aporte de fósforo:

- *Cantidad de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por bolsa según análisis de suelo:* según el análisis de sustrato el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue de 85 ppm y el peso de la bolsa con sustrato es de 2.5 kg, reemplazando en la siguiente expresión se tiene:

$$P2O5 \text{ según análisis} = \left(2.5 \text{ kg} * \frac{85}{1000000}\right) x 1000000$$

$$P2O5 \text{ según análisis} = 212.5 \text{ mg}$$

- *Cantidad de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por bolsa según porcentaje de rendimiento de nutriente:* el porcentaje de rendimiento del fósforo considerado fue de 20% (%RP), obtenido de la tabla siguiente. Reemplazando el dato en la expresión siguiente se tiene:

$$P2O5 \text{ según \%RP} = 212.5 \text{ mg} x \frac{20}{100}$$

$$P2O5 \text{ según \%RP} = 42.5 \text{ mg}$$

Por cada bolsa de sustrato de 2.5 kg de peso hubo un aporte de 42.5 mg de Fósforo en su forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Tabla 14: Porcentaje de rendimiento de nutriente

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
40	10 a 40	40

Fuente: (INIA, 2023)

— Aporte de potasio:

- *Cantidad de K<sub>2</sub>O por bolsa según análisis de suelo:* según el análisis de sustrato el contenido de K<sub>2</sub>O fue de 148 ppm y el peso de la bolsa con sustrato es de 2.5 kg, reemplazando en la siguiente expresión se tiene:

$$K2O \text{ según análisis} = \left(2.5 \text{ kg} * \frac{148}{1000000}\right) x 1000000$$

$$K2O \text{ según análisis} = 370 \text{ mg}$$

- *Cantidad de K<sub>2</sub>O por bolsa según porcentaje de rendimiento de nutriente:* el porcentaje de rendimiento del potasio considerado fue de 40% (%RK), obtenido de la tabla anterior. Reemplazando el dato en la expresión siguiente se tiene:



$$K_2O \text{ según \%RK} = 370 \text{ mg} \times \frac{40}{100}$$

$$K_2O \text{ según \%RP} = 148 \text{ mg}$$

Por cada bolsa de sustrato de 2.5 kg de peso hubo un aporte de 148 mg de Potasio en su forma de  $K_2O$ .

#### 5.5.5.6. Selección de plantas

Se seleccionaron plantas del lote producido en el vivero agroforestal, sobre estas plantas se aplicaron los tratamientos de fertilizantes foliares y se realizaron las evaluaciones correspondientes. Esta labor se realizó el 26 de noviembre del 2022.



*Fotografía 1: Extracción de tierra agrícola*



*Fotografía 2: Mezclado de tierra agrícola y tierra negra*



*Fotografía 3: Selección de plantas de la cama de crecimiento*

#### 5.5.5.7. Embolsado del sustrato

Se utilizó bolsas de repique de polietileno negro de 8"x12", el llenado del sustrato se realizó en forma manual hasta un tercio de su capacidad, concluyendo la labor con el traslado y el enfilado en el lugar de crecimiento y evaluación. Esta labor se realizó el 26 de noviembre del 2022.



*Fotografía 4: Embolsado de sustrato y planta*

#### 5.5.5.8. Trasplante

Las plantas fueron retiradas de las camas originales de manera cuidadosa, las raíces fueron podadas en forma uniforme y luego fueron trasplantadas a las bolsas previamente llenadas, compactando el sustrato para eliminar espacios vacíos. Esta labor fue realizada el 26 de noviembre del 2022.



*Fotografía 5: Trasplante de plantas en bolsas de repique*



*Fotografía 6: Ubicación de plantas repicadas en fitoteldo*



*Fotografía 7: Plantas instaladas a campo abierto*



*Fotografía 8: Plantas instaladas en fitotoldo*

#### 5.5.5.9. Riego

El sistema de riego por microaspersión fue instalado el 03 de diciembre del 2022, utilizando mangueras de polietileno de baja densidad de una pulgada, microaspersores no autocompensados con un caudal de 40 a 60 litros/hora y accesorios según necesidad.

Las características principales del riego dentro del fitotoldo fueron las siguientes:

- Frecuencia de riego: dentro del fitotoldo debido a la alta temperatura se regó cada 4 días.
- Tiempo de riego: el tiempo durante el cual los microaspersores estuvieron en operación fueron de 4 horas.
- Cantidad de riego: el primer riego fue aplicado el 03 de diciembre del 2022 y el último el 29 de marzo del 2023, en total fueron aplicados 29 riegos.

El riego en el exterior fue también con microaspersores. El primer riego fue realizado el 03 de diciembre mientras que, el último se realizó el 23 de diciembre del 2022, en total se realizaron cinco riegos. A partir del 23 de diciembre comenzaron las precipitaciones pluviales en forma regular, razón por la cual, no fue necesario regar las parcelas.



*Fotografía 9: Instalación de mangueras de polietileno de baja densidad para sistema de riego por microaspersión*



*Fotografía 10: Instalación de microaspersores*

#### 5.5.5.10. Fertilización foliar

La dosis de los fertilizantes foliares fueron las siguientes:

- *Amino vigor*: 4.5 ml/litro de agua (900 ml/cilindro de 200 litros)
- *Nutrisil*: 4 ml/litro de agua (800 ml/cilindro de 200 litros)
- *Strong-Phos*: 5 ml/litro de agua (1.0 litro/cilindro de 200 litros)

Los fertilizantes foliares fueron aplicados cada 12 días, el total de aplicaciones fue nueve. La primera aplicación fue realizada 7 días después del trasplante. La dosificación se realizó con una jeringa y se aplicó con pulverizadora manual. Las aplicaciones se ejecutaron del 03 de diciembre del 2022 al 10 de marzo del 2023. Estas aplicaciones se realizaron en campo e fitotoldo.



*Fotografía 11: Dosificación de fertilizantes foliares*



*Fotografía 12: Aplicación de fertilizantes foliares en campo abierto*



*Fotografía 13: Aplicación de fertilizantes foliares en fitotoldo*

Los fertilizantes foliares fueron elegidos debido a que son utilizados en diferentes cultivos tales como: cítricos, durazno, manzana, café, cacao, cultivos hortícolas, papa, maíz entre otros, tal como se observa en la etiqueta comercial de los productos. Las dosis fueron obtenidas de la etiqueta comercial de los productos, teniendo como referencia cultivos perennes para establecer la dosis. Los abonos foliares fueron aplicados con una pulverizadora manual de 5 litros, evitando que el chorro caiga sobre las plantas de las unidades vecinas, no hubo efecto traslape ya que la aplicación fue muy cuidadosa y en horas de la mañana sin corriente de aire.

#### 5.5.5.11. Control de temperatura del fitotoldo y campo abierto

El control de temperatura fue medido con el apoyo del instrumento termo higrómetro una vez al mes, se realizó con la finalidad de observar las diferencias de temperaturas existentes entre los dos ambientes de crecimiento, encontrando una diferencia de 4°C. se observó que en condiciones de fitotoldo llegó a una temperatura de 24.6°C y en campo abierto una temperatura de 20.2°C durante el tiempo de la investigación.



*Fotografía 14: Medición de temperatura en condiciones de fitotoldo y campo abierto*

#### 5.5.5.12. Control de malezas

El control de malezas fue ejecutado el 18 de febrero del 2023, se realizó con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua y luz. Esta labor fue manual.



*Fotografía 15: Control de malezas*

**5.5.6. Evaluaciones para el objetivo específico 1:** “Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea de plantones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo”

5.5.6.1. Altura de planta

Este indicador de crecimiento de la parte aérea se determinó midiendo con wincha metálica la distancia existente entre el cuello y el ápice del tallo, se registró en centímetros. La evaluación se realizó sobre las ocho plantas por unidad experimental. Esta evaluación se realizó el 30 de marzo del 2023. Todas las plantas elegidas para la recría presentaron la misma altura inicial el cual fue 90 cm, ese fue el criterio con el cual se eligieron los plantones para instalar la investigación, por tanto, la altura final de los plantones es el resultado del efecto de los fertilizantes foliares y del ambiente de crecimiento.



*Fotografía 16: Evaluación de altura de planta en campo abierto e fitotoldo*



#### 5.5.6.2. Diámetro del cuello del tallo

Este indicador del crecimiento de la parte aérea de la planta se determinó a nivel del cuello de la planta, se utilizó una reglada graduada con vernier de tipo digital, tal como se observa en la fotografía 16. El dato se registró en milímetros. La evaluación se realizó sobre las ocho plantas por unidad experimental. Esta evaluación se realizó el 30 de marzo del 2023. Las plantas fueron elegidas para recria aquellos que presentaron diámetro de 8.0 mm.



*Fotografía 17: Diámetro del tallo de la planta*

#### 5.5.6.3. Peso húmedo de la parte aérea por planta

Este indicador fue determinado pesando en una balanza de precisión toda la parte aérea de la planta, es decir hojas y tallo, la planta fue cortada con una tijera de podar a nivel de cuello, el pesado fue en forma inmediata, en el campo y en el fitotoldo.

#### 5.5.6.4. Peso seco de la parte aérea por planta

Este indicador fue determinado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, utilizando para tal fin, un horno de secado con energía eléctrica, la temperatura fue de 102°C durante 24 horas, concluido este tiempo se pesó en forma inmediata en una balanza de precisión. Esta evaluación fue realizada puesto que fue necesario para determinar la calidad de los plantones, correspondiente al objetivo específico 3.



*Fotografía 18: Secado de muestras*

#### 5.5.6.5. Número de ramas

Este indicador fue determinado contando en forma manual las ramas formadas en cada una de las ocho plantas por unidad experimental.



*Fotografía 19: conteo de ramas*

**5.5.7. Evaluaciones para el objetivo específico 2:** “Establecer de qué manera los fertilizantes foliares influyen en el crecimiento del sistema radicular de los plantones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo”.

#### 5.5.7.1. Peso húmedo de raíces por planta

Una vez extraída todas las raíces de la planta fueron pesadas en una balanza de precisión, inmediatamente después de la extracción y en el campo. Esta evaluación

fue realizada puesto que fue necesario para determinar la calidad de los plantones, como es el índice de lignificación, correspondiente al objetivo específico 3.



*Fotografía 20: Peso húmedo de raíces por planta*

#### 5.5.7.2. Peso seco de raíces por planta

Este indicador del crecimiento radicular fue determinado en el laboratorio, utilizando para tal fin, un horno de secado, la temperatura fue de 102°C durante 24 horas, concluido este tiempo se pesó en forma inmediata en una balanza de precisión. Esta evaluación fue realizada puesto que fue necesario para determinar la calidad de los plantones, correspondiente al objetivo específico 3



*Fotografía 21: Peso seco de raíces por planta*

#### 5.5.7.3. Longitud de la raíz principal

La extracción del sistema radicular de las plantas evaluadas se realizó remojando las bolsas con sustrato, con la finalidad de extraer todas las raíces. Para determinar

la longitud de raíz principal, fue necesario identificar la raíz más larga y sobre ella fue medido la distancia existente entre la zona de inserción y el ápice de la raíz, con wincha metálica, los datos se registraron en centímetros.



*Fotografía 22: Extracción de raíces remojadas previamente*



*Fotografía 23: Plantas con raíces limpias por unidad experimental*



*Fotografía 24: Separación de raíces para su evaluación*



*Fotografía 25: Evaluación de longitud de raíz*

**5.5.8. Evaluaciones para el objetivo específico 3:** “Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en los índices de calidad de los plantones de pino de recría producidos en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal”.

5.5.8.1. Índice de robustez (IR)

El índice de robustez de las plantas obtenidas fue calculado con la siguiente expresión matemática utilizada para especies de pino de crecimiento normal:

$$IR = \frac{\textit{Altura de planta en cm}}{\textit{Diámetro del cuello del tallo en mm}}$$

#### 5.5.8.2. Relación altura/longitud de raíz principal (A/L)

Determina el equilibrio entre la parte aérea y radicular, se calculó con la expresión siguiente:

$$A/L = \frac{\text{Altura de planta en cm}}{\text{Longitud de raíz principal en cm}}$$

#### 5.5.8.3. Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces

Fue calculado con la siguiente expresión:

$$Pa/Pr = \frac{\text{Peso seco de la parte aérea en g}}{\text{Peso seco del sistema radicular en g}}$$

#### 5.5.8.4. Índice de calidad de Dickson

Fue calculado con la siguiente expresión:

$$ID = \frac{\text{Peso seco total de la planta en g}}{\frac{\text{Altura en cm}}{\text{Diámetro de tallo en cm}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea en g}}{\text{Peso seco de raíces en g}}}$$

#### 5.5.8.5. Índice de lignificación

Se calculó con la siguiente expresión:

$$IL = \frac{\text{Peso seco total de la planta en g}}{\text{Peso húmedo de la planta en g}}$$

### 5.5.9. Variables e indicadores

#### 5.5.9.1. Variable independiente

Las variables independientes propuestas en la presente investigación son:

- *Fertilizante foliar*: es una sustancia que aplicada foliarmente es capaz de mejorar la nutrición de la planta, debido a que contiene en diferentes porcentajes elementos esenciales para el crecimiento vegetal, optimiza además la tolerancia a estrés biótico o abiótico, o mejorar alguna de sus características agronómicas.
- *Ambiente de crecimiento*: en esta investigación se refiere a la existencia o no de cobertura sobre las camas, entendiéndose como cobertura el techo y las paredes de una estructura, específicamente un fitotoldo.

### 5.5.9.2. Variables dependientes

Las variables dependientes consideradas en la presente investigación fueron:

- *Crecimiento inicial de la parte aérea de la planta*: se define como el incremento del tejido vegetal en las estructuras aéreas, es decir hojas, ramas y tallo principal, desde un peso inicial hasta un peso final de evaluación.
- *Crecimiento radicular*: definido como el incremento del tejido vegetal en las estructuras subterráneas, en este caso del sistema radicular de la planta, incluida raíz principal, raíces laterales y raicillas.
- *Índice de calidad de plántones de pino*: es un instrumento de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permite evaluar la calidad de plántones de pino que permita asegurar la satisfacción del comprador.

Tabla 15: Variables dependientes e indicadores

Variables	Indicadores
<b>Objetivo específico 1</b>	
<b>Crecimiento inicial de la parte aérea</b>	Altura de planta
	Diámetro del cuello del tallo
	Peso húmedo de parte aérea por planta
	Peso seco de parte aérea por planta
<b>Objetivo específico 2</b>	
<b>Crecimiento del sistema radicular</b>	Longitud de la raíz principal
	Peso húmedo de raíces por planta
	Peso seco de raíces por planta
<b>Objetivo específico 3</b>	
<b>Índices de calidad de plántones</b>	Índice de robustez
	Relación altura de planta/longitud de raíz principal
	Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces
	Índice de calidad de Dickson
	Índice de lignificación

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**6.1. Características de la parte aérea – Objetivo específico 1:** Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la parte aérea de plántulas de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo

### 6.1.1. Altura de planta

Tabla 16: *Altura de planta (m)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.13	1.12	1.13	3.38
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.11	1.12	1.14	3.38
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.15	1.12	1.12	3.39
T-4	Campo abierto + Testigo	1.14	1.05	1.11	3.30
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.19	1.17	1.14	3.49
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.18	1.08	1.16	3.42
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.12	1.15	1.15	3.41
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.17	1.15	1.21	3.54
	Total	9.19	8.97	9.15	27.31

Tabla 17: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Altura de planta*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.13	1.13	1.12	0.01	0.01
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.13	1.14	1.11	0.03	0.01
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.13	1.15	1.12	0.02	0.01
T-4	Campo abierto + Testigo	1.10	1.14	1.05	0.08	0.04
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.16	1.19	1.14	0.04	0.02
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.14	1.18	1.08	0.10	0.05
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.14	1.15	1.12	0.03	0.02
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.18	1.21	1.15	0.05	0.03
	Promedio	1.14	1.21	1.05	0.16	0.02

La altura promedio de pino fue de 1.14 m, este valor fue superior al reportado por López (2020) en la tesis “Efecto de sustratos y fertilizantes en la optimización del crecimiento de plántulas de *Pinus tecunumanii* (schw.) en condiciones de vivero” realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, con un promedio de 8.27 cm, y también superior al reportado por Heras (2021) en el trabajo de investigación “Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo” realizado en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de



Postgraduados, de la ciudad de México con un promedio de 36.61 cm de altura de planta. Ancco (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en Andahuaylas con la finalidad de evaluar el inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis* en la producción de plantones de pino en vivero reportó 45.97 cm como mejor altura, Baldeón (2020) en la tesis realizada en la Universidad de Huánuco con la finalidad de evaluar el efecto del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento del pino informó como mejor resultado 16.87 cm de altura, Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo encontró como mejor resultado 18.79 cm de altura, Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México reportó como mejor resultado 33.5 cm de altura y Melgarejo (2017) en la tesis realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua encontró como mejor resultado 25.2 cm de altura de planta. La gran diferencia de altura encontrada en la presente investigación con respecto a las demás investigaciones mencionadas es que en el caso presente se trata de plantas de recría que ya tuvieron una altura inicial a la instalación de plantones. A simple inspección el crecimiento de las plantas fue mayor bajo fitotoldo, incluso se observó que la altura de planta promedio del testigo fue el más alto con 1.18 cm, incluso más alto que las plantas tratadas con fertilizantes foliares, esto se debe a que el efecto principal fue ambiente de crecimiento, mas no los fertilizantes foliares aplicados, ya que al final estos no generaron diferencias significativas como se ve más adelante.

El rango de variación fue de 0.16, siendo el promedio más elevado 1.21 m de altura de planta y correspondió al tratamiento bajo fitotoldo + testigo (sin aplicación de fertilizante foliar), el promedio más bajo fue de 1.05 m correspondiente al tratamiento campo abierto + testigo (sin aplicación de fertilizante foliar), la desviación estándar promedio fue de 0.02 m. Esta baja desviación estándar indica que existe muy poca variación en los datos registrados, puesto que, este parámetro mide de qué manera están agrupados los datos alrededor del promedio.

Tabla 18: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) y Fertilizante foliar (B) - Altura de planta (cm)

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	3.38	3.38	3.39	3.30	13.44	1.12
Bajo fitotoldo	3.49	3.42	3.41	3.54	13.86	1.16
Total	6.87	6.80	6.81	6.83	27.31	
Promedio	1.15	1.13	1.13			1.14

Tabla 19: Análisis de varianza - Altura de planta

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	0.003399	0.001700	2.47	3.74	6.51	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	0.007306	0.007306	10.60	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	0.000577	0.000192	0.28	0.07	0.02	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.004792	0.001597	2.32	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	0.009650	0.000689					
Total	23	0.025725					CV	2.31%

El análisis de varianza indicó que al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles de la variable ambiente de crecimiento, ya que, el valor del estadístico F calculado es mayor al F obtenido de tablas. Al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los niveles de la variable fertilizante foliar, es decir, los promedios de los cuatro niveles evaluados fueron estadísticamente iguales. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentó interacción entre los factores ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, finalmente, no se presentaron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento. Este resultado es diferente al reportado por los siguientes investigadores: Lopez (2020) quien determinando el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), junto con el bioestimulante Agrostemin GL reportó diferencias significativas, Heras (2021) en la tesis realizada en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados reportaron diferencias significativas, Ancco (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco evaluando el inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis*, reportó diferencias significativas, en las siguientes investigaciones también se encontró diferencias significativas: Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del

Nordeste evaluando sustratos de crecimiento, Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo evaluando mezclas de aserrín y otros sustratos, Melgarejo (2017) en la tesis realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua evaluando tipos de micorrización. A pesar de que los fertilizantes foliares mejoran la altura de planta en otras especies, bajo condiciones de la presente investigación no hubo efecto y por tanto, es indiferente usar estos productos en la recría de pino.

Tabla 20: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Altura de planta

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Bajo fitotoldo	1.16	0.0230	0.0319	A	A
II	Campo abierto	1.12	0.0230	0.0319	B	B
AES (t) 0.05:		3.033	AES (t) 0.01:		4.210	Error estándar: 0.0075788

Según la prueba de Tukey, al 95 y 99% de probabilidad, el ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 1.16 m de altura de planta, fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento a campo abierto con un promedio de 1.12 m. Este resultado se debe a las mejores condiciones de crecimiento existente dentro del fitotoldo como son las temperaturas altas y sobre todo es posible controlar la humedad del sustrato, lo cual, no fue posible a campo abierto ya que instalaron en época de lluvias.

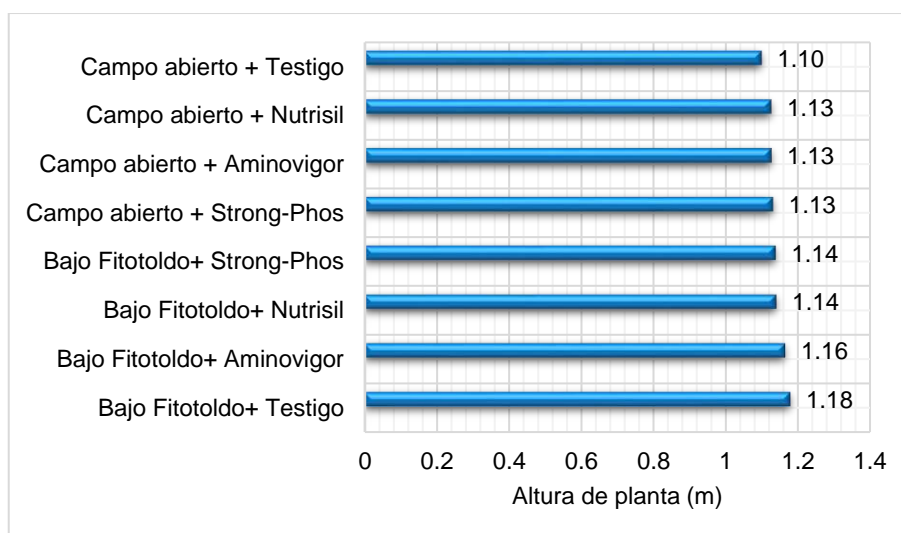


Gráfico 1: Altura de planta (cm)

### 6.1.2. Diámetro de tallo

Tabla 21: *Diámetro de tallo (mm)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	11.41	10.46	11.09	32.96
T-2	Campo abierto + Nutrisil	11.91	10.65	10.41	32.98
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	11.66	10.06	10.54	32.26
T-4	Campo abierto + Testigo	11.23	9.78	10.33	31.33
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	11.31	10.30	9.78	31.39
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	10.34	9.69	9.56	29.59
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	9.80	10.09	9.28	29.16
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	10.00	10.73	9.66	30.39
	Total	87.66	81.75	80.64	250.05

Tabla 22: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Diámetro de tallo*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.99	11.41	10.46	0.95	0.48
T-2	Campo abierto + Nutrisil	10.99	11.91	10.41	1.50	0.81
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	10.75	11.66	10.06	1.60	0.82
T-4	Campo abierto + Testigo	10.44	11.23	9.78	1.45	0.73
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	10.46	11.31	9.78	1.54	0.78
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	9.86	10.34	9.56	0.78	0.42
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	9.72	10.09	9.28	0.81	0.41
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	10.13	10.73	9.66	1.06	0.54
	Promedio	10.42	11.91	9.28	2.64	0.62

El diámetro de tallo promedio fue de 10.42 mm, valor superior al mencionado por Lopez (2020), quien determinó que el tratamiento sin ningún tipo de fertilizante ni bioestimulante obtuvo el mejor promedio con 0.919 mm, y superior al reportado por Heras (2021) quien determinó que el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l, presentaron los mejores resultados con 4.63 y 4.53 mm de diámetro de tallo respectivamente, el resultando encontrado en la presente investigación fue también superior a los resultados mencionados en las siguientes investigaciones: Ancco (2019) evaluando inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis* en Andahuaylas presentó como mejor resultado 4.55 mm de diámetro para el tratamiento micorrizas, Baldeón (2020) evaluando el efecto del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento del pino en vivero encontró como mejor resultado 10.1 mm de diámetro, Luna (2019) evaluando el efecto de

diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino reportó diámetro de tallo en el rango de 1.5 y 1.99 mm, Mejía (2007) comparando 11 mezclas de aserrín y otros sustratos reportó como mejor resultado 3.25 mm de diámetro, Melgarejo (2017) evaluando cuatro tipos de micorrización reportó como mejores resultados en el rango de 1.08 y 1.14 mm de diámetro.

El rango de variación fue de 2.64 mm, el promedio máximo fue 11.91 mm y correspondió al tratamiento campo abierto + Nutrisil, el promedio mínimo fue de 9.28 mm correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Strong-Phos, la desviación estándar promedio fue de 0.62 mm.

Tabla 23: Totales y promedios ordenados para *Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Diámetro de tallo*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	32.96	32.98	32.26	31.33	129.53	10.79
Bajo fitotoldo	31.39	29.59	29.16	30.39	120.52	10.04
Total	64.35	62.56	61.42	61.71	250.05	
Promedio	10.73	10.43	10.24			10.42

Tabla 24: *Análisis de varianza - Diámetro de tallo*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	3.565415	1.782707	8.00	3.74	6.51	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento (A)	1	3.376875	3.376875	15.16	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	0.867834	0.289278	1.30	3.34	5.56	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.699824	0.233275	1.05	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	3.117965	0.222712					
Total	23	11.627912					CV	4.53%

Según el análisis de varianza, al 95 y 99% de probabilidad, se presentaron diferencias significativas para ambiente de crecimiento. El factor fertilizante foliar no influyó en el diámetro del tallo, al no presentarse diferencias significativas entre los promedios de los niveles del factor, esto se presentó al 95 y 99% de probabilidad. El análisis de varianza indicó también que no se presentó interacción entre el factor ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, al no existir diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad, finalmente, se presentaron diferencias

significativas, al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento. Este resultado es diferente al reportado en las siguientes investigaciones en los cuales se informa de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para este indicador: López (2020) en la tesis realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina comparando fertilizantes foliares Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus, Ancco (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco evaluando el inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis* en la producción de plántones de pino en vivero, Baldeón (2020) en el trabajo de investigación realizado en la Universidad de Huánuco comparando humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento de pino en vivero, Luna (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina evaluando el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino, Mejía (2007) en la investigación realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México comparando once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita y Melgarejo (2017) en la investigación realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua evaluando cuatro tipos de micorrización en la producción de plántones.

Tabla 25: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Diámetro de tallo

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto	10.79	0.41	0.57	A	A
II	Bajo fitotoldo	10.04	0.41	0.57	B	B
AES (t) 0.05:		3.033	AES (t) 0.01:		4.210	Error estándar: 0.1362326

La prueba de Tukey indicó al 95 y 99% de probabilidad, que el ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 10.79 mm de diámetro de tallo, fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 10.04 mm. En el caso del diámetro de tallo el mejor fue el ambiente campo abierto debido a la iluminación recibida por las plantas ya que, normalmente bajo fitotoldo y dependiendo de la calidad del material del techado puede verse afectado la cantidad de luz incidente en la parte foliar del cultivo.

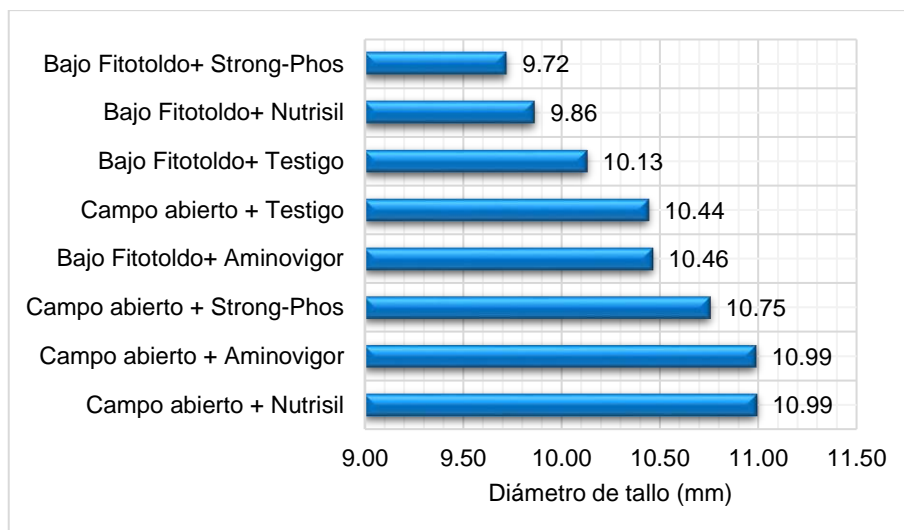


Gráfico 2: Diámetro de tallo (mm)

### 6.1.3. Peso húmedo de parte aérea por planta

Tabla 26: *Peso húmedo de parte aérea (g)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	93.13	93.25	95.88	282.25
T-2	Campo abierto + Nutrisil	84.63	68.00	71.00	223.63
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	55.75	47.50	61.63	164.88
T-4	Campo abierto + Testigo	54.00	45.25	62.88	162.13
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	56.13	58.75	56.75	171.63
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	53.23	58.13	55.75	167.10
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	62.25	59.38	62.75	184.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	53.02	52.38	58.63	164.02
	Total	512.12	482.63	525.25	1,520.00

Tabla 27: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso húmedo de parte aérea*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación
T-1	Campo abierto + Aminovigor	94.08	95.88	93.13	2.75	1.55
T-2	Campo abierto + Nutrisil	74.54	84.63	68.00	16.63	8.86
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	54.96	61.63	47.50	14.13	7.10
T-4	Campo abierto + Testigo	54.04	62.88	45.25	17.63	8.81
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	57.21	58.75	56.13	2.63	1.37
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	55.70	58.13	53.23	4.90	2.45
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	61.46	62.75	59.38	3.38	1.82
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	54.67	58.63	52.38	6.25	3.44
	Promedio	63.33	95.88	45.25	50.63	4.43

El peso húmedo de la parte aérea por planta fue de 63.33 g, el rango de variación fue de 50.6 g, con un valor máximo de 95.88 g correspondiente al tratamiento campo abierto + Aminovigor, mientras que el promedio más bajo fue de 45.25 g de

peso húmedo por planta y correspondió al tratamiento Campo abierto + testigo. La desviación estándar de los datos registrados fue de 4.43 g.

Tabla 28: Totales y promedios ordenados para *Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	282.25	223.63	164.88	162.13	832.88	69.41
Bajo fitotoldo	171.63	167.10	184.38	164.02	687.12	57.26
Total	453.88	390.73	349.25	326.14	1,520.00	
Promedio	75.65	65.12	58.21	54.36		63.33

Tabla 29: *Análisis de varianza - Peso húmedo de parte aérea*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	119.138516	59.569258	2.42	3.74	6.51	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	885.157969	885.157969	35.95	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	1569.779977	523.259992	21.25	3.34	5.56	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	1750.905134	583.635045	23.70	3.34	5.56	Sig	Sig
Error	14	344.737332	24.624095					
Total	23	4669.718928					CV	7.84%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ambiente de crecimiento y entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de probabilidad se presentó interacción entre ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, finalmente no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento al 95 y 99% de probabilidad.

Tabla 30: *Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso húmedo de parte aérea*

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto	69.41	4.34	6.03	A	A
II	Bajo fitotoldo	57.26	4.34	6.03	B	B
	AES (t) 0.05:	3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar:	1.4324831

La prueba de Tukey al 95 y 99% de probabilidad indicó que el ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 69.41 g de peso húmedo de parte aérea por planta fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 57.26 g.



Tabla 31: Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$		
			0.05	0.01	0.05	0.01	
I	Aminovigor	75.65	8.33	10.78	A		A
II	Nutrisil	65.12	8.33	10.78		B	A B
III	Strong-Phos	58.21	8.33	10.78		B C	B
IV	Testigo	54.36	8.33	10.78		C	B
AES (t) 0.05:		4.111	AES (t) 0.01:		5.322	Error estándar: 2.025837	

Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad el fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 75.65 g de peso húmedo de parte aérea por planta fue estadísticamente superior a los fertilizantes foliares Nutrisil y Strong-Phos con 65.12 g y 58.21 g de peso húmedo de parte aérea respectivamente, se observó además que el testigo, es decir sin aplicación de fertilizante foliar obtuvo el promedio más bajo con 54.36 g. Al 99% de probabilidad el fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 75.65 g de peso húmedo de parte aérea por planta y el fertilizante foliar Nutrisil con un promedio de 65.12 g fueron estadísticamente iguales, pero superiores al fertilizante foliar Strong-Phos con un promedio de 58.21 g y al testigo con promedio de 54.36 g.

Tabla 32: Análisis de varianza auxiliar para interacción Ambiente de crecimiento (A) y Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de parte aérea

Fuente de variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F. tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Ambiente de crecimiento en Aminovigor	1	2039.64843750	2039.64844	82.83	4.60	8.86	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento en Nutrisil	1	532.44195026	532.44195	21.62	4.60	8.86	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento en Strong-Phos	1	63.37500000	63.37500	2.57	4.60	8.86	NS	NS
Ambiente de crecimiento en Testigo	1	0.597714844	0.59771	0.02	4.60	8.86	NS	NS
Error	14		24.62410					

Según el análisis de varianza auxiliar elaborado para la interacción ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, al 95 y 99% de probabilidad, se presentaron diferencias significativas para la interacción ambiente de crecimiento en el fertilizante foliar Aminovigor y para la interacción ambiente de crecimiento en el fertilizante foliar Nutrisil. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas para la interacción de ambiente de crecimiento en el fertilizante foliar Strong-Phos y la interacción de ambiente de crecimiento y testigo.

Tabla 33: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) en Fertilizante foliar Aminovigor ( $b_1$ ) - Peso húmedo de parte aérea

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto + Aminovigor	94.08	4.34	6.03	A	A
II	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	57.21	4.34	6.03	B	B
	AES (t) 0.05:	3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar:	2.8649663

La prueba de Tukey indico al 95 y 99% de probabilidad que la interacción campo abierto y Aminovigor con un promedio de 94.08 g de peso húmedo de parte aérea por planta fue estadísticamente superior a la interacción bajo fitotoldo y fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 57.21 g.

Tabla 34: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) en Fertilizante foliar Nutrisil ( $b_2$ ) - Peso húmedo de parte aérea

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto + Nutrisil	74.54	4.34	6.03	A	A
II	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	55.70	4.34	6.03	B	B
	AES (t) 0.05:	3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar:	2.8649663

Según la prueba de Tukey al 95 y 99% de probabilidad la interacción campo abierto y fertilizante foliar Nutrisil con un promedio de 74.54 g de peso húmedo de parte aérea por planta fue estadísticamente superior a la interacción de bajo fitotoldo y fertilizante foliar Nutrisil con un promedio de 55.7 g.

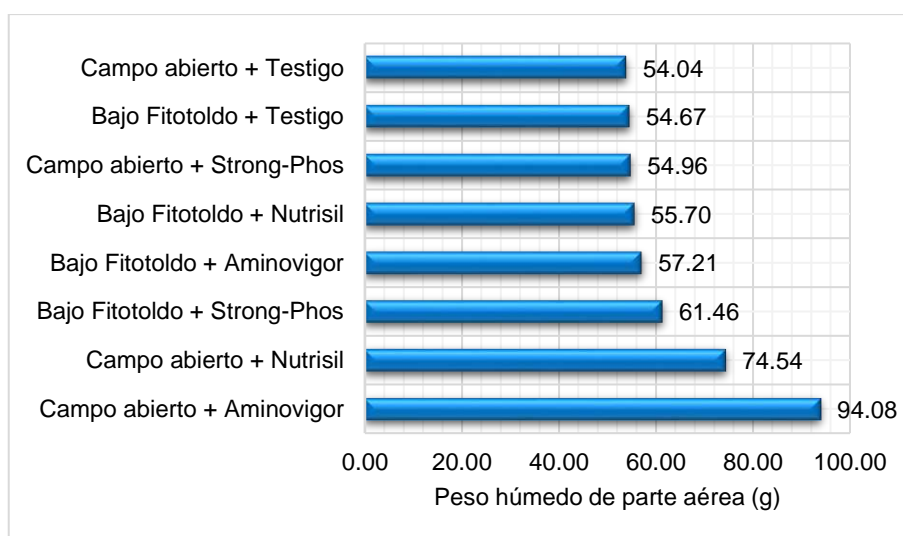


Gráfico 3: Peso húmedo de parte aérea (g)

#### 6.1.4. Peso seco de parte aérea por planta

Tabla 35: *Peso seco de parte aérea (g)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	43.13	41.50	38.25	122.88
T-2	Campo abierto + Nutrisil	38.25	36.25	35.00	109.50
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	39.38	35.63	36.00	111.00
T-4	Campo abierto + Testigo	38.25	28.63	33.00	99.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	49.25	41.63	35.00	125.88
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	34.50	36.25	36.25	107.00
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	37.00	37.38	30.25	104.63
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	36.25	38.00	36.50	110.75
	Total	316.00	295.25	280.25	891.50

Tabla 36: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso seco de parte aérea*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	40.96	43.13	38.25	4.88	2.48
T-2	Campo abierto + Nutrisil	36.50	38.25	35.00	3.25	1.64
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	37.00	39.38	35.63	3.75	2.07
T-4	Campo abierto + Testigo	33.29	38.25	28.63	9.63	4.82
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	41.96	49.25	35.00	14.25	7.13
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	35.67	36.25	34.50	1.75	1.01
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	34.88	37.38	30.25	7.13	4.01
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	36.92	38.00	36.25	1.75	0.95
	Promedio	37.15	49.25	28.63	20.63	3.01

El peso seco de parte aérea por planta promedio fue de 37.15 g, este valor es superior al reportado por Lopez (2020) quien determinó que el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 0.055 g por planta fue el mejor, fue también superior al reportado por Heras (2021) quien estableció que el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l con un promedio de 4.2 y 3.91 g por planta de peso seco de parte aérea fueron los mejores. Ancco (2019) evaluando inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis* en el crecimiento de plantones de pino en vivero con tres tratamientos: micorriza comercial, seta de hongo fermentado y tierra micorrizada reportó peso seco de parte aérea en el rango de 4.85 y 6.75 g, Luna (2019) en la investigación realizada en Argentina en la Universidad Nacional del Nordeste comparando diferentes

proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo reportó como mejor resultado 0.19 g por planta, Mejía (2007) en la investigación realizada en México en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo comparando once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita encontró como mejor resultado 2.29 g por planta.

El rango de variación de los datos registrados fue de 20.63 g, el valor máximo reportado fue de 49.25 g y correspondió al tratamiento bajo fitotoldo + Aminovigor, mientras que, el valor mínimo reportado fue de 28.63 g y correspondió al tratamiento campo abierto más testigo. La desviación estándar de la información registrada fue de 3.01 g.

Tabla 37: Totales y promedios ordenados para *Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso seco de parte aérea*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	122.88	109.50	111.00	99.88	443.25	36.94
Bajo fitotoldo	125.88	107.00	104.63	110.75	448.25	37.35
Total	248.75	216.50	215.63	210.63	891.50	
Promedio	41.46	36.08	35.94	35.10		37.15

Tabla 38: *Análisis de varianza - Peso seco de parte aérea*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	80.567708	40.283854	4.35	3.74	6.51	Sig	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	1.041667	1.041667	0.11	0.00	0.00	NS	NS
Fertilizante foliar (B)	3	152.130208	50.710069	5.47	3.34	5.56	Sig	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	27.984375	9.328125	1.01	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	129.796875	9.271205					
Total	23	391.520833					CV	8.20%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los promedios de los niveles del factor ambiente de crecimiento. Al 95% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar, sin embargo, al 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas para la interacción de ambiente de

crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, al 95% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, sin embargo, al 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 39: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso seco de parte aérea

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)	
			0.05	ALS ( $\tau$ ) $\alpha$ 0.05
I	Aminovigor	41.46	5.11	A
II	Nutrisil	36.08	5.11	B
III	Strong-Phos	35.94	5.11	B
IV	Testigo	35.10	5.11	B
AES (t) 0.05:		4.111	AES (t) 0.01:	Error estándar: 1.243061

Según la prueba de Tukey, al 95% de probabilidad, el fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 41.46 g de peso seco de parte aérea por planta fue estadísticamente superior a los fertilizantes foliares Nutrisil con un promedio de 36.08 g y Strong-Phos con un promedio de 35.94 g, igualmente fue superior al testigo con un promedio de 35.1 g. de peso seco de parte aérea por planta.

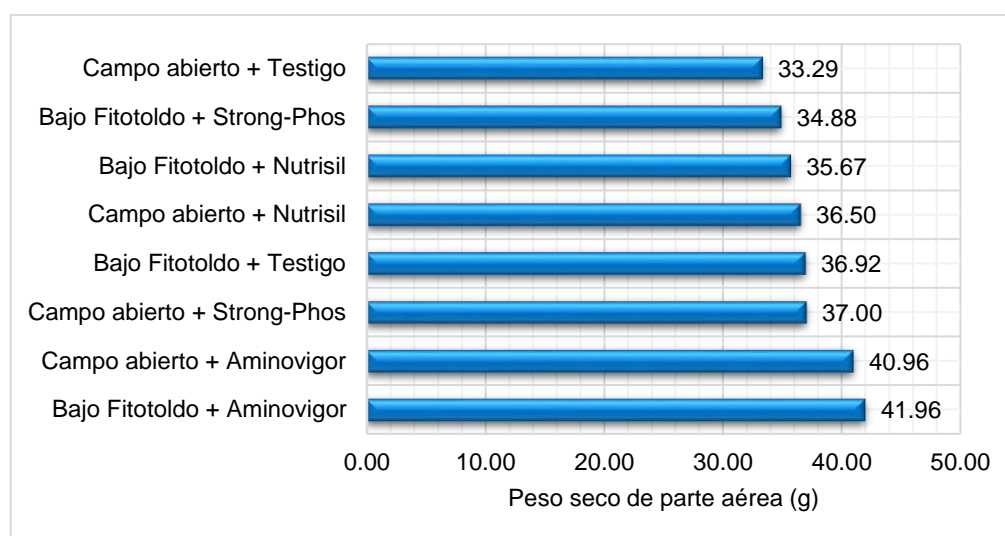


Gráfico 4: Peso seco de parte aérea (g)

### 6.1.5. Número de ramas por planta

Tabla 40: *Número de ramas*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.88	3.13	4.13	11.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	4.00	2.88	3.88	10.75
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	5.13	4.63	3.50	13.25
T-4	Campo abierto + Testigo	4.75	4.25	3.88	12.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	5.00	3.50	4.00	12.50
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.75	3.50	3.63	10.88
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	2.25	4.50	2.63	9.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	4.38	4.00	3.75	12.13
	<b>Total</b>	33.13	30.38	29.38	92.88

Tabla 41: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Número de ramas*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.71	4.13	3.13	1.00	0.52
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.58	4.00	2.88	1.13	0.62
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.42	5.13	3.50	1.63	0.83
T-4	Campo abierto + Testigo	4.29	4.75	3.88	0.88	0.44
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	4.17	5.00	3.50	1.50	0.76
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.63	3.75	3.50	0.25	0.13
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.13	4.50	2.25	2.25	1.21
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	4.04	4.38	3.75	0.63	0.31
	Promedio	3.87	5.13	2.25	2.88	0.60

El número de ramas promedio por planta fue de 3.87, el rango de variación de los datos registrados fue de 2.88, el promedio más alto fue de 5.13 ramas por planta y correspondió al tratamiento campo abierto + Strong-Phos, mientras que el promedio más bajo fue 2.25 ramas por planta correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Strong-Phos. La desviación estándar de los datos registrados fue de 0.6 y el coeficiente de variabilidad promedio fue 16.06%.

Tabla 42: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Número de ramas*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	11.13	10.75	13.25	12.88	48.00	4.00
Bajo fitotoldo	12.50	10.88	9.38	12.13	44.88	3.74
Total	23.63	21.63	22.63	25.00	92.88	
Promedio	3.94	3.60	3.77			3.87

Tabla 43: *Análisis de varianza - Número de ramas*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	0.942708	0.471354	1.03	3.74	6.51	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	0.406901	0.406901	0.89	0.00	0.00	NS	NS
Fertilizante foliar (B)	3	1.038411	0.346137	0.75	0.07	0.02	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	2.507161	0.835720	1.82	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	6.432292	0.459449					
Total	23	11.327474					CV	17.52%

Según el análisis de varianza, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ambiente de crecimiento, ni entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas para la interacción del factor ambiente de crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, no se presentaron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento.

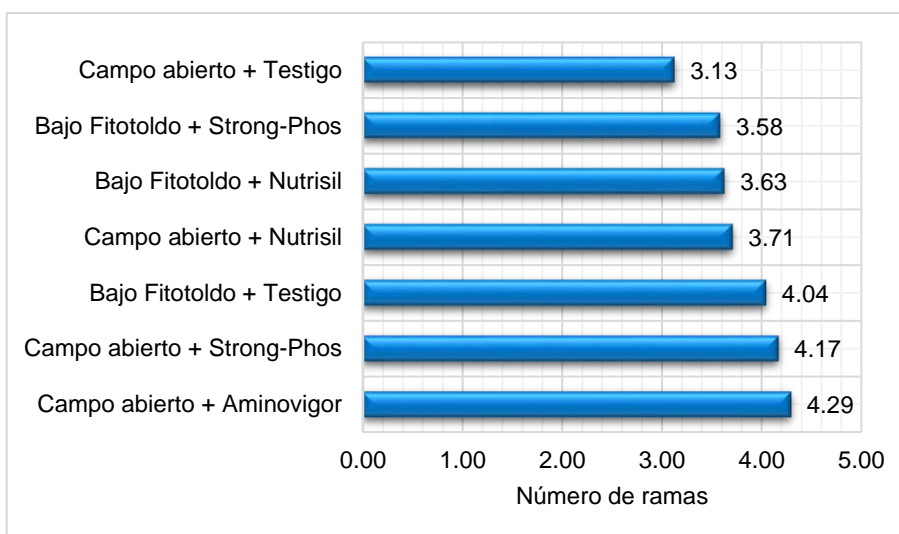


Gráfico 5: Número de ramas

**6.2. Características de las raíces - Objetivo específico 2:** Establecer de qué manera los fertilizantes foliares influyen en el crecimiento del sistema radicular de los plantones de pino de recría, cultivados en condiciones de campo abierto y fitotoldo.

**6.2.1. Peso húmedo de raíces por planta**

Tabla 44: *Peso húmedo de raíces (g)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	29.13	28.38	29.25	86.75
T-2	Campo abierto + Nutrisil	23.88	26.50	25.88	76.25
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	25.75	25.38	27.25	78.38
T-4	Campo abierto + Testigo	26.50	20.75	24.88	72.13
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	29.75	23.75	20.38	73.88
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	21.00	19.38	22.88	63.25
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	22.13	23.75	20.00	65.88
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	24.00	22.50	24.75	71.25
	Total	202.13	190.38	195.25	587.75

Tabla 45: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso húmedo de raíces*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar	Coefficiente de variabilidad
T-1	Campo abierto + Aminovigor	28.92	29.25	28.38	0.88	0.47	1.64%
T-2	Campo abierto + Nutrisil	25.42	26.50	23.88	2.63	1.37	5.39%
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	26.13	27.25	25.38	1.88	0.99	3.80%
T-4	Campo abierto + Testigo	24.04	26.50	20.75	5.75	2.96	12.33%
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	24.63	29.75	20.38	9.38	4.75	19.28%
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	21.08	22.88	19.38	3.50	1.75	8.31%
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	21.96	23.75	20.00	3.75	1.88	8.56%
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	23.75	24.75	22.50	2.25	1.15	4.82%
	Promedio	24.49	29.75	19.38	10.38	1.92	8.02%

El peso húmedo de raíces por planta promedio fue de 24.49 g, el rango de variación fue 10.38 g, el promedio máximo fue de 29.75 g correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Aminovigor, mientras que el promedio mínimo fue de 19.38 g, correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Nutrisil. La desviación estándar de los datos registrados fue de 1.92 g y el coeficiente de variabilidad promedio fue de 8.02%.



Tabla 46: Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso húmedo de raíces

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	86.75	76.25	78.38	72.13	313.50	26.13
Bajo fitotoldo	73.88	63.25	65.88	71.25	274.25	22.85
Total	160.63	139.50	144.25	143.38	587.75	
Promedio	26.77	23.25	24.04	23.90		24.49

Tabla 47: Análisis de varianza - Peso húmedo de raíces

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	8.712240	4.356120	0.80	0.03	0.01	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	64.190104	64.190104	11.83	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	43.763021	14.587674	2.69	3.34	5.56	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	17.773437	5.924479	1.09	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	75.964844	5.426060					
Total	23	210.403646					CV	9.51%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles de ambiente de crecimiento. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentó interacción entre el ambiente de crecimiento y el fertilizante foliar utilizado, ya que, no se presentaron diferencias significativas. Finalmente, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento.

Tabla 48: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso húmedo de raíces

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto	26.13	2.04	2.83	A	A
II	Bajo fitotoldo	22.85	2.04	2.83	B	B
	AES (t) 0.05:	3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar:	0.6724371

Según la prueba de Tukey al 95 y 99% de confianza el ambiente de crecimiento a campo abierto con un promedio de 26.13 g de peso húmedo de raíces por planta fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 22.85 g.

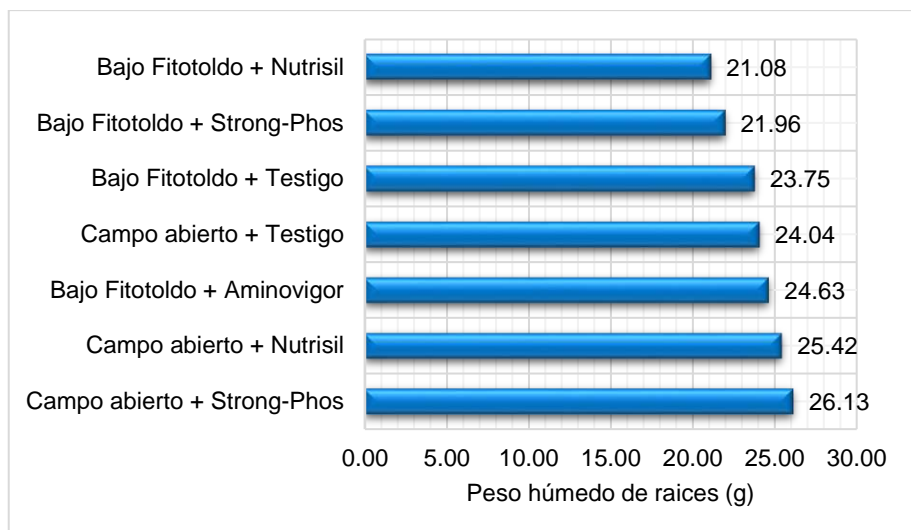


Gráfico 6: Peso húmedo de raíces (g)

## 6.2.2. Peso seco de raíces por planta

Tabla 49: *Peso seco de raíces (g)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	15.25	14.88	15.00	45.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	12.88	11.88	12.25	37.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	13.25	13.38	11.50	38.13
T-4	Campo abierto + Testigo	13.75	10.75	10.75	35.25
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	15.13	12.00	9.88	37.00
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	10.38	10.13	11.75	32.25
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	12.25	12.75	10.13	35.13
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	12.50	11.38	12.63	36.50
	Total	105.38	97.13	93.88	296.38

Tabla 50: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Peso seco de raíces*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar	Coefficiente de variabilidad
T-1	Campo abierto + Aminovigor	15.04	15.25	14.88	0.38	0.19	1.27%
T-2	Campo abierto + Nutrisil	12.33	12.88	11.88	1.00	0.51	4.10%
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	12.71	13.38	11.50	1.88	1.05	8.25%
T-4	Campo abierto + Testigo	11.75	13.75	10.75	3.00	1.73	14.74%
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	12.33	15.13	9.88	5.25	2.64	21.41%
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	10.75	11.75	10.13	1.63	0.88	8.14%
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	11.71	12.75	10.13	2.63	1.39	11.90%
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	12.17	12.63	11.38	1.25	0.69	5.66%
	Promedio	12.35	15.25	9.88	5.38	1.13	9.43%

El peso seco de raíces por planta promedio fue de 12.35 g, valor superior al informado por Lopez (2020) en la tesis “Efecto de sustratos y fertilizantes en la optimización del crecimiento de plántulas de *Pinus tecunumanii* (schw.) en condiciones de vivero” quien encontró que el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de arena con un promedio de 9 g por planta fue el mejor, igualmente fue superior al reportado por Heras (2021) quien determinó que el el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l, con un promedio de 0.76 y 0.74 g por planta de peso seco de raíces fueron los mejores. Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo reportó como mejor resultado 0.015 g por planta, Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita reportó como mejor resultado 0.83 g de peso seco de raíces.

Tabla 51: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Peso seco de raíces*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	45.13	37.00	38.13	35.25	155.50	12.96
Bajo fitotoldo	37.00	32.25	35.13	36.50	140.88	11.74
Total	82.13	69.25	73.25	71.75	296.38	
Promedio	13.69	11.54	12.21	11.96		12.35

Tabla 52: *Análisis de varianza - Peso seco de raíces*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	8.786458	4.393229	3.03	3.74	6.51	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	8.912109	8.912109	6.14	4.60	8.86	Sig	NS
Fertilizante foliar (B)	3	15.694661	5.231554	3.61	3.34	5.56	Sig	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	7.611328	2.537109	1.75	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	20.307292	1.450521					
Total	23	61.311849					CV	9.75%

Según el análisis de varianza al 95 de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los promedios de los niveles del factor ambiente de crecimiento, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas. Al 95% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar, sin embargo, al 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas para la interacción de ambiente de crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento. El resultado encontrado en la presente investigación es similar al reportado en las siguientes investigaciones que reportaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para el indicador peso seco de raíces: Lopez (2020) en la tesis realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina determinando el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), Heras (2021) en la tesis realizada en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados, de la ciudad de México evaluando dos fertilizantes de liberación lenta, Multicote Agri 18-6-12+2CaO+3.5MgO+2.1Si+ME y Multicote 19-10-3+2MgO+ME a diferentes dosis de aplicación, Ancco (2019) en la tesis realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en Andahuaylas con la finalidad de evaluar el inóculo micorrizal del hongo *Boletus edulis*, Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino y Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita.

Tabla 53: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Peso seco de raíces

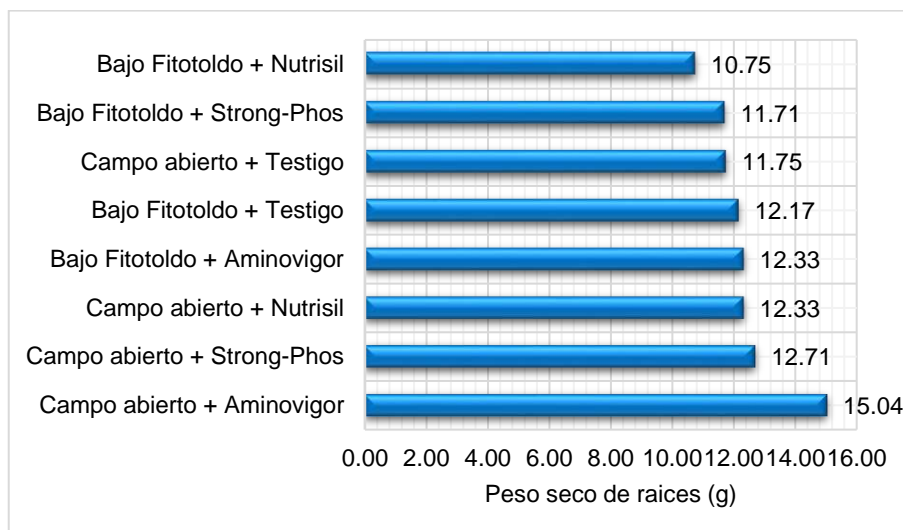
OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α 0.05
			0.05	0.01	
I	Campo abierto	12.96	1.05	1.46	A
II	Bajo fitotoldo	11.74	1.05	1.46	B
AES (t) 0.05:		3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar: 0.3476733

Según la prueba de Tukey, al 95% de probabilidad el ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 12.96 g de peso seco de raíces fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 11.74 g.

**Tabla 54:** Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (A) - Peso seco de raíces

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α	
			0.05	0.01	0.05	
I	Aminovigor	13.69	2.02	2.62	A	
II	Strong-Phos	12.21	2.02	2.62	A	B
III	Testigo	11.96	2.02	2.62		B
IV	Nutrisil	11.54	2.02	2.62		B
AES (t) 0.05:		4.111	AES (t) 0.01:	5.322	Error estándar: 0.491684	

Según la prueba de Tukey, al 95% de probabilidad, el fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 13.69 g de peso seco de raíces por planta fue estadísticamente superior a los fertilizantes foliares Strong-Phos con un promedio de 12.21 g y Nutrisil con un promedio de 11.54 g y, igualmente fue superior al testigo con un promedio de 11.96 g. de peso seco de raíces por planta.



**Gráfico 7:** Peso seco de raíces (g)

### 6.2.3. Longitud de raíces

Tabla 55: *Longitud de raíces (cm)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	45.38	43.50	49.88	138.75
T-2	Campo abierto + Nutrisil	46.63	58.25	71.00	175.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	55.75	47.50	61.63	164.88
T-4	Campo abierto + Testigo	54.00	45.25	62.88	162.13
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	56.13	58.75	56.75	171.63
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	53.23	58.13	55.75	167.10
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	62.25	59.38	62.75	184.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	59.13	52.38	58.63	170.13
	Total	432.48	423.13	479.25	1,334.85

Tabla 56: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Longitud de raíces*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	46.25	49.88	43.50	6.38	3.28
T-2	Campo abierto + Nutrisil	58.63	71.00	46.63	24.38	12.19
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	54.96	61.63	47.50	14.13	7.10
T-4	Campo abierto + Testigo	54.04	62.88	45.25	17.63	8.81
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	57.21	58.75	56.13	2.63	1.37
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	55.70	58.13	53.23	4.90	2.45
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	61.46	62.75	59.38	3.38	1.82
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	56.71	59.13	52.38	6.75	3.76
	Promedio	55.62	71.00	43.50	27.50	5.10

La longitud de raíz principal promedio fue de 55.62 cm, este resultado es superior al reportado por Baldeón (2020) en la investigación realizada en la Universidad de Huánuco cuya finalidad fue evaluar el efecto del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento del pino quien reportó como mejor resultado 10.38 cm para el tratamiento con micorriza, es también superior al reportado por Luna (2019) quien en la investigación realizada en la Universidad Nacional del Nordeste en Argentina evaluando el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino informó como mejor resultado 12.61 cm, superior también al reportado por Melgarejo (2017) en la investigación realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua comparando cuatro tipos de micorrización en la

producción de plantones de pino en vivero reportó como promedio 48.9 cm de longitud de raíz principal.

El rango de variación de la información registrada fue de 27.5 cm, con un promedio máximo de 71.0 cm correspondiente al tratamiento campo abierto + Nutrisil y un valor mínimo de 43.5 cm de longitud de raíz correspondiente al tratamiento campo abierto + Aminovigor. La desviación estándar fue de 5.1 cm y el coeficiente de variabilidad de 9.19%.

Tabla 57: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Longitud de raíces*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	138.75	175.88	164.88	162.13	641.63	53.47
Bajo fitotoldo	171.63	167.10	184.38	170.13	693.23	57.77
Total	310.38	342.98	349.25	332.25	1,334.85	
Promedio	51.73	57.16	58.21			55.62

Tabla 58: *Análisis de varianza - Longitud de raíces*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	226.044087	113.022044	3.96	3.74	6.51	Sig	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	110.956126	110.956126	3.89	4.60	8.86	NS	NS
Fertilizante foliar (B)	3	145.675851	48.558617	1.70	3.34	5.56	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	156.035616	52.011872	1.82	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	399.404443	28.528889					
Total	23	1038.116123					CV	9.60%

Según el análisis de varianza, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ambiente de crecimiento, ni entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas para la interacción del factor ambiente de crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, se presentaron diferencias significativas al 95 de probabilidad entre los bloques del experimento, sin embargo, al 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas. Este resultado es diferente al mencionado en las siguientes investigaciones, quienes reportaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados: Baldeón (2020) en la tesis realizada en la Universidad de Huánuco con la finalidad de evaluar el efecto del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento del pino en vivero, Luna (2019)

en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero, pero es similar al reportado por Melgarejo (2017) en la tesis realizada en la Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua con la finalidad de evaluar cuatro tipos de micorrización en la producción de plantones de pino quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

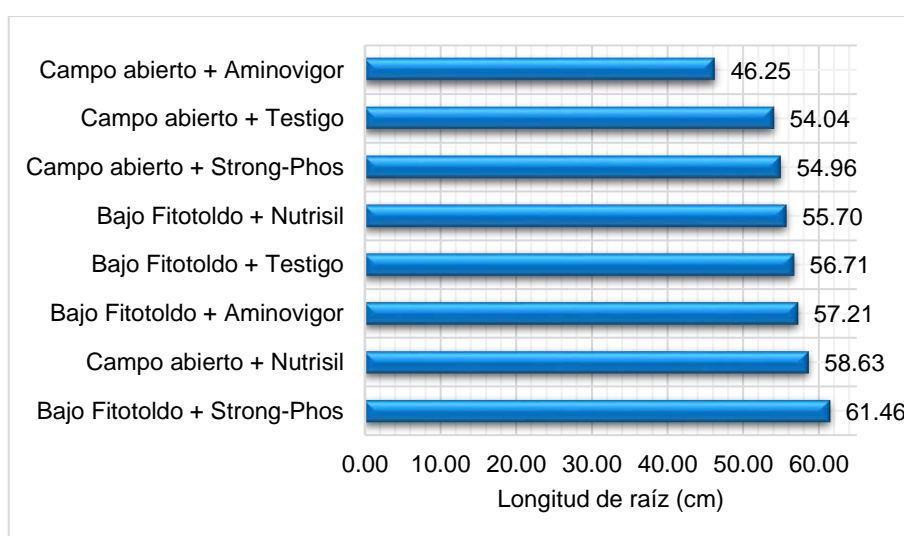


Gráfico 8: Longitud de raíz (cm)

**6.3. Índices de calidad - Objetivo específico 3:** Determinar el efecto de los fertilizantes foliares en los índices de calidad de los plantones de pino de recría producidos en condiciones de campo abierto y fitotoldo en el vivero agroforestal

### 6.3.1. Índice de robustez

Tabla 59: *Índice de robustez(cm)*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.00	10.74	10.21	30.96
T-2	Campo abierto + Nutrisil	9.45	10.63	10.99	31.08
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	9.88	11.23	10.79	31.90
T-4	Campo abierto + Testigo	10.18	10.98	10.72	31.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	10.55	11.46	11.73	33.74
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	11.46	11.23	12.22	34.90
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	11.53	11.45	12.51	35.49
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	11.81	10.84	12.58	35.24
	Total	84.87	88.55	91.76	265.17



Tabla 60: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de robustez*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.32	10.74	10.00	0.74	0.38
T-2	Campo abierto + Nutrisil	10.36	10.99	9.45	1.54	0.80
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	10.63	11.23	9.88	1.35	0.69
T-4	Campo abierto + Testigo	10.63	10.98	10.18	0.79	0.40
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	11.25	11.73	10.55	1.18	0.62
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	11.63	12.22	11.23	0.99	0.52
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	11.83	12.51	11.45	1.06	0.59
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	11.75	12.58	10.84	1.74	0.87
	Promedio	11.05	12.58	9.45	3.13	0.61

El índice de robustez promedio fue de 11.05, según Sáenz et al., (2014) el índice de robustez debe ser menor a 6, valores superiores indican desproporción en el crecimiento, son plantones con tallos alargados con diámetros delgados, debido a esta característica son plantones vulnerables a daños por viento, sequía y heladas y no son adecuados para llevar a campo definitivo. Según la escala propuesta por estos autores las plantas producidas en la presente investigación tiene baja calidad ya que su índice de robustez es de 11.05 en promedio (mayor a 8). El valor promedio del índice de robustez de la presente investigación fue superior al reportado por Lopez (2020) quien encontró que el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 9.874. Igualmente fue superior al reportado por Heras (2021) quien determinó que el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l con un promedio de 8.03 y 7.79 índice de robustez fueron superiores. Esta también superior al reportado por Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita quien mencionó como mejor resultado 10.47 de índice de robustez, sin embargo, es inferior al reportado por Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo quien mencionó como mejor resultado 12.5.

El rango de variación fue de 3.13, el promedio máximo fue de 12.58 y correspondió a tratamiento bajo fitotoldo + testigo, mientras que, el valor más bajo fue de 9.45 y correspondió al tratamiento campo abierto más nutrisil. La desviación estándar de los datos registrados fue de 0.61.

Tabla 61: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de robustez*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	30.96	31.08	31.90	31.88	125.81	10.48
Bajo fitotoldo	33.74	34.90	35.49	35.24	139.36	11.61
Total	64.69	65.98	67.38	67.12	265.17	
Promedio	10.78	11.00	11.23	11.19		11.05

Tabla 62: *Análisis de varianza - Índice de robustez*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	2.971199	1.485599	6.11	3.74	6.51	Sig	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	7.651296	7.651296	31.47	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	0.754094	0.251365	1.03	3.34	5.56	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.099984	0.033328	0.14	0.07	0.02	NS	NS
Error	14	3.403510	0.243108					
Total	23	14.880082					CV	4.46%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles de ambiente de crecimiento. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentó interacción entre el ambiente de crecimiento y el fertilizante foliar utilizado, ya que, no se presentaron diferencias significativas. Finalmente, al 95% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento y al 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas. Las siguientes investigaciones reportaron un resultado diferente a la presente investigación, ya que mencionan diferencias significativas para los tratamientos evaluados y considerando este indicador: López (2020) en la tesis “Efecto de sustratos y fertilizantes en la optimización del crecimiento de plántulas de *Pinus tecunumanii* (schw.) en condiciones de vivero” realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, con

el objetivo de determinar el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), junto con el bioestimulante Agrostemin GL, en la mejora de la calidad de las plántulas de la especie *Pinus tecunumanii*, Heras (2021) en el trabajo de investigación “Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo” realizado en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados, de la ciudad de México, Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo y Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita.

Tabla 63: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Índice de robustez

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Bajo fitotoldo	11.61	0.43	0.60	A	A
II	Campo abierto	10.48	0.43	0.60	B	B
	AES (t) 0.05:	3.033	AES (t) 0.01:	4.210	Error estándar:	0.1423341

Según la prueba de Tukey, al 95 y 99% de probabilidad el ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 10.48 de índice de robustez fue estadísticamente inferior al ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 11.61 g, a pesar de ello los plantones producidos son de baja calidad.

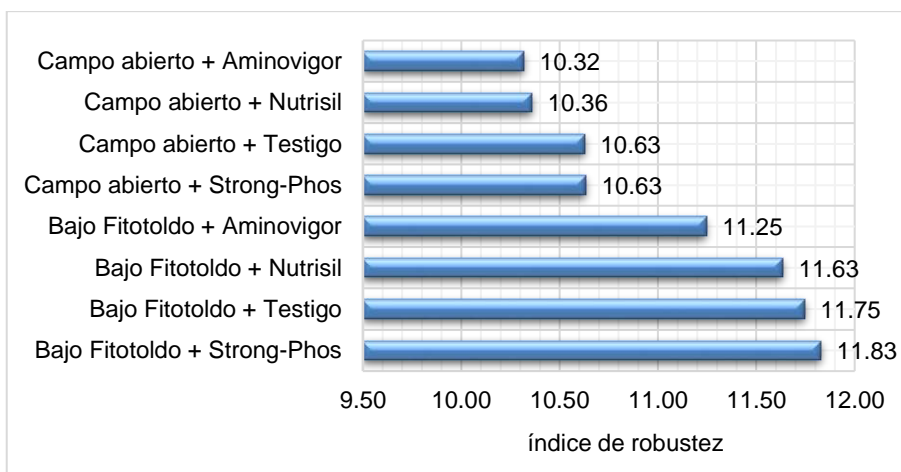


Gráfico 9: Índice de robustez

### 6.3.2. Relación altura de planta/Longitud de raíz

Tabla 64: *Relación altura de planta/Longitud de raíz*

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.56	2.63	2.34	7.53
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.54	1.97	1.63	6.14
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	2.07	2.46	1.86	6.39
T-4	Campo abierto + Testigo	2.21	2.38	1.81	6.40
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	2.18	2.01	2.18	6.38
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	9.51	1.95	2.09	13.54
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.85	2.00	1.89	5.73
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.04	2.23	2.12	6.39
	Total	24.95	17.63	15.92	58.50

Tabla 65: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Relación altura de planta/Longitud de raíz*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.51	2.63	2.34	0.29	0.15
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.05	2.54	1.63	0.91	0.46
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	2.13	2.46	1.86	0.60	0.31
T-4	Campo abierto + Testigo	2.13	2.38	1.81	0.57	0.29
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	2.13	2.18	2.01	0.17	0.10
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	4.51	9.51	1.95	7.56	4.32
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.91	2.00	1.85	0.15	0.08
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.13	2.23	2.04	0.20	0.10
	Promedio	2.44	9.51	1.63	7.88	0.73

La relación altura de planta/longitud de raíz promedio fue de 2.44, según la escala propuesta por Sáenz et al., (2014) los plantones producidos en la presente investigación son de calidad media, ya que, la relación altura de planta/longitud de raíz se ubica en el rango de 2.1 a 2.5, según esta escala cuando la relación altura de planta/longitud de raíz es inferior a 2 son plantas de alta calidad. El resultado encontrado en la presente investigación es superior al reportado por Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en

vivero y bajo fitotoldo reportó como mejor resultado 1.87 de relación entre altura de planta y longitud de raíz.

El rango de variación de la información registrada fue de 7.88, con un promedio máximo de 9.51 correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Nutrisil y un valor mínimo de 1.63 correspondiente al tratamiento campo abierto + Nutrisil. La desviación estándar fue de 0.73.

Tabla 66: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Relación altura de planta/Longitud de raíz*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	7.53	6.14	6.39	6.40	26.46	2.20
Bajo fitotoldo	6.38	13.54	5.73	6.39	32.04	2.67
Total	13.90	19.68	12.13	12.79	58.50	
Promedio	2.32	3.28	2.02			2.44

Tabla 67: *Análisis de varianza - Relación altura de planta/Longitud de raíz*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	5.754864	2.877432	1.24	3.74	6.51	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	1.297436	1.297436	0.56	0.00	0.00	NS	NS
Fertilizante foliar (B)	3	5.950955	1.983652	0.85	0.07	0.02	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	8.135578	2.711859	1.17	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	32.529228	2.323516					
Total	23	53.668061					CV	62.54%

Según el análisis de varianza, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ambiente de crecimiento, ni entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas para la interacción del factor ambiente de crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, no se presentaron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento. El resultado encontrado en la presente investigación es diferente al reportado por Luna (2019) quien comparando proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina reportó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

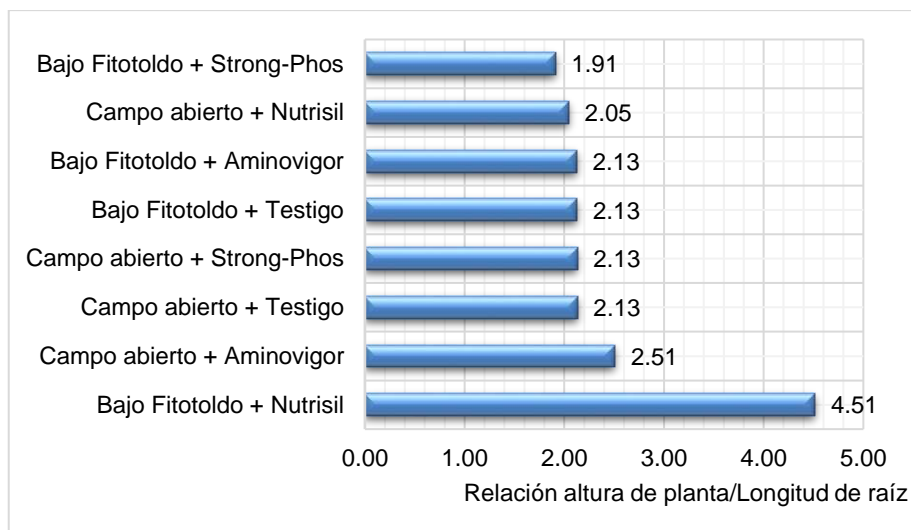


Gráfico 10: Relación altura de planta/longitud de raíz

### 6.3.3. Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces

Tabla 68: Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.80	3.06	2.64	8.50
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.99	3.13	2.91	9.03
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.10	2.73	3.22	9.05
T-4	Campo abierto + Testigo	2.84	2.72	3.15	8.71
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.41	3.52	3.59	10.53
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.39	3.64	3.23	10.26
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.02	2.97	3.04	9.03
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.90	3.41	3.03	9.34
	Total	24.45	25.18	24.81	74.44

Tabla 69: Parámetros de tendencia central y dispersión - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.83	3.06	2.64	0.41	0.21
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.01	3.13	2.91	0.23	0.11
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.02	3.22	2.73	0.48	0.25
T-4	Campo abierto + Testigo	2.90	3.15	2.72	0.44	0.23
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.51	3.59	3.41	0.18	0.09
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.42	3.64	3.23	0.41	0.21
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.01	3.04	2.97	0.06	0.03
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	3.11	3.41	2.90	0.51	0.27
	Promedio	3.10	3.64	2.64	1.00	0.17

La relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces promedio fue de 3.1, según la escala propuesta por Sáenz et al., (2014) los plantones producidos en la presente investigación son de mala calidad ya que la relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces es superior a 2.5. El valor encontrado de la relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces fue inferior al reportado por Lopez (2020) quien determinó que el mejor fue el tratamiento Quimifol P680 Plus y el bioestimulante Agrostemin GL; y el sustrato 50 % de tierra propia del área de estudio y 50 % de turba con un promedio de 6.461. Igualmente fue inferior al reportado por Heras (2021) quien estableció que el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l con promedio de 5.8 y 5.45 respectivamente presentaron los mejores resultados, igualmente fue inferior al reportado por Luna (2019) en la investigación realizada en Argentina en Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes comparando diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino reportó como mejor resultado 10.10, Mejía (2007) en la investigación realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en México comparando el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita reportó como mejor resultado el valor de 3.34 para la relación de peso seco de parte aérea y peso seco de raíces.

El rango de variación de la información registrada fue de 1.0, con un promedio máximo de 3.64 correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Nutrisil y un valor mínimo de 2.64 correspondiente al tratamiento campo abierto + Aminovigor. La desviación estándar fue de 0.17.

Tabla 70: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	8.50	9.03	9.05	8.71	35.29	2.94
Bajo fitotoldo	10.53	10.26	9.03	9.34	39.15	3.26
Total	19.03	19.29	18.08	18.05	74.44	
Promedio	3.17	3.21	3.01	3.01		3.10

Tabla 71: *Análisis de varianza - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	0.033368	0.016684	0.42	0.03	0.01	NS	NS
Ambiente de crecimiento (A)	1	0.620825	0.620825	15.65	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	0.205008	0.068336	1.72	3.34	5.56	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.380348	0.126783	3.20	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	0.555335	0.039667					
Total	23	1.794884					CV	6.42%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles de ambiente de crecimiento. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentó interacción entre el ambiente de crecimiento y el fertilizante foliar utilizado, ya que, no se presentaron diferencias significativas. Finalmente, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento. El resultado encontrado en la presente investigación es diferente al reportado en las siguientes instigaciones quienes reportaron diferencias significativas para los tratamientos evaluados: López (2020) en la investigación realizada en Lima en la Universidad Nacional Agraria La Molina comparando el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), junto con el bioestimulante Agrostemin GL, Heras (2021) en la investigación realizada en México en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados evaluando dos fertilizantes de liberación lenta, Multicote Agri 18-6-12+2CaO+3.5MgO+2.1Si+ME y Multicote 19-10-3+2MgO+ME a diferentes dosis de aplicación, Luna (2019) investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita



Tabla 72: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Relación peso seco parte aérea/peso seco raíces

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS (T)α	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Bajo fitotoldo	3.26	0.17	0.24	A	A
II	Campo abierto	2.94	0.17	0.24	B	B
AES (t) 0.05:		3.033	AES (t) 0.01:		4.210	Error estándar: 0.0574941

Según la prueba de Tukey, al 95 y 99% de probabilidad el ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 3.26 de relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces, fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 2.94, a pesar de ello los plantones producidos son de mala calidad.

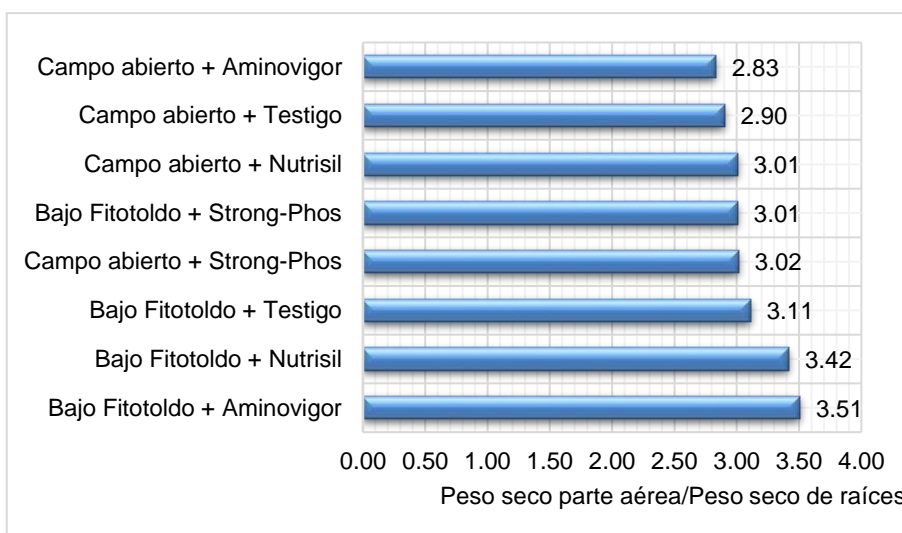


Gráfico 11: Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces

#### 6.3.4. Índice de calidad de Dickson

Tabla 73: Índice de calidad de Dickson

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	4.64	4.14	4.21	12.99
T-2	Campo abierto + Nutrisil	4.15	3.56	3.42	11.13
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.11	3.56	3.50	11.18
T-4	Campo abierto + Testigo	4.01	3.01	3.18	10.21
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	4.70	3.69	2.95	11.33
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.04	3.16	3.17	9.37
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.43	3.52	2.66	9.61
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	3.36	3.53	3.19	10.07
Total		31.44	28.16	26.29	85.89

Tabla 74: *Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de calidad de Dickson*

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar
T-1	Campo abierto + Aminovigor	4.33	4.64	4.14	0.49	0.27
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.71	4.15	3.42	0.72	0.38
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.73	4.11	3.50	0.61	0.34
T-4	Campo abierto + Testigo	3.40	4.01	3.01	1.01	0.54
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.78	4.70	2.95	1.75	0.88
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.12	3.17	3.04	0.13	0.07
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.20	3.52	2.66	0.86	0.47
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	3.36	3.53	3.19	0.34	0.17
	Promedio	3.58	4.70	2.66	2.04	0.39

El índice de calidad de Dickson promedio fue de 3.58, según la escala propuesta por Sáenz et al., (2014) los plantones producidos en la presente investigación son de alta calidad, puesto que, es un valor superior a 0.5. El valor determinado del índice de calidad de Dickson de la presente investigación es superior al encontrado por López (2020) quien determinó que el tratamiento sin ningún tipo de fertilizante ni bioestimulante; y el tipo de sustrato tierra propia del área de estudio al 100 %, con un promedio de 0.003 presentó el mejor resultado. Igualmente es superior al reportado por Heras (2021) quien determinó que el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 4 g/l y el tratamiento Multicote Agri a una dosis de 8 g/l + Multicote a una dosis de 6 g/l, con un promedio de 0.36 de índice de calidad de Dickson fue el mejor, es también superior al reportado por Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo quien informó índice de dickson en el rango de 0.003 y 0.01, Mejía (2007) en la tesis realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, con la finalidad de evaluar el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita reportó como el mejor valor 0.24 de índice de Dickson.

El rango de variación de la información registrada fue de 2.04, con un promedio máximo de 4.7 correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Aminovigor y un valor

mínimo de 2.66 correspondiente al tratamiento bajo fitotoldo + Strong-Phos. La desviación estándar fue de 0.39 y el coeficiente de variabilidad de 10.84%.

Tabla 75: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de calidad de Dickson*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	12.99	11.13	11.18	10.21	45.51	3.79
Bajo fitotoldo	11.33	9.37	9.61	10.07	40.38	3.37
Total	24.32	20.50	20.79	20.28	85.89	
Promedio	4.05	3.42	3.47	3.38		3.58

Tabla 76: *Análisis de varianza - Índice de calidad de Dickson*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	1.703238	0.851619	7.44	3.74	6.51	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento (A)	1	1.092858	1.092858	9.55	4.60	8.86	Sig	Sig
Fertilizante foliar (B)	3	1.824953	0.608318	5.32	3.34	5.56	Sig	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.293243	0.097748	0.85	0.07	0.02	NS	NS
Error	14	1.602312	0.114451					
Total	23	6.516603					CV	9.45%

Según el análisis de varianza al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles de ambiente de crecimiento. Al 95% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor fertilizante foliar, sin embargo, al 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor. Al 95 y 99% de probabilidad no se presentó interacción entre el ambiente de crecimiento y el fertilizante foliar utilizado, ya que, no se presentaron diferencias significativas. Finalmente, al 95 y 99% de probabilidad se presentaron diferencias significativas entre los bloques del experimento, esto indica que el sustrato posiblemente no estuvo bien distribuido en sus componentes dentro de la bolsa de repique. El resultado encontrado en la presente investigación es diferente al reportado en las siguientes investigaciones, quienes informaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados: López (2020) en la investigación realizada en Universidad Nacional Agraria La Molina con la finalidad de determinar el efecto de dos tipos de fertilizante de aplicación foliar (Quimifol P680 Plus y Quimifol N510 Plus), junto con el

bioestimulante Agrostemin GL, en la mejora de la calidad de las plántulas de la especie *Pinus tecunumanii*, Heras (2021) en la investigación realizada en la Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados, de la ciudad de México evaluando dos fertilizantes de liberación lenta, Multicote Agri 18-6-12+2CaO+3.5MgO+2.1Si+ME y Multicote 19-10-3+2MgO+ME a diferentes dosis de aplicación, Mejía (2007) en la investigación realizada en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México evaluando el efecto de once mezclas de aserrín de pino más peat moss, agrolita y vermiculita, sin embargo, es similar al reportado por Luna (2019) en el trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de mezcla de sustratos de crecimiento: corteza de pino compostado, perlita, arena y aserrín de pino en el crecimiento de pino en vivero y bajo fitotoldo quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 77: Prueba de Tukey para Ambiente de crecimiento (A) - Índice de calidad de Dickson

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Campo abierto	3.79	0.30	0.41	A	A
II	Bajo fitotoldo	3.37	0.30	0.41	B	B
AES (t) 0.05:		3.033	AES (t) 0.01: 4.210		Error estándar: 0.0976605	

Según la prueba de Tukey, al 95 y 99% de probabilidad el ambiente de crecimiento campo abierto con un promedio de 3.79 de índice de calidad de Dickson, fue estadísticamente superior al ambiente de crecimiento bajo fitotoldo con un promedio de 3.37.

Tabla 78: Prueba de Tukey para Fertilizante foliar (B) - Índice de calidad de Dickson

OM	Nivel	Promedios	ALS (t)		ALS ( $\tau$ ) $\alpha$	
			0.05	0.01	0.05	0.01
I	Aminovigor	4.05	0.57	0.74	A	A
II	Strong-Phos	3.47	0.57	0.74	B	A
III	Nutrisil	3.42	0.57	0.74	B	A
IV	Testigo	3.38	0.57	0.74	B	A
AES (t) 0.05:		4.111	AES (t) 0.01: 5.322		Error estándar: 0.138113	

Según la prueba de Tukey, al 95% de probabilidad, el fertilizante foliar Aminovigor con un promedio de 4.05 g de índice de calidad de Dickson fue estadísticamente

superior a los fertilizantes foliares Strong-Phos con un promedio de 3.47 y Nutrisil con un promedio de 3.42 y, igualmente fue superior al testigo con un promedio de 3.38.

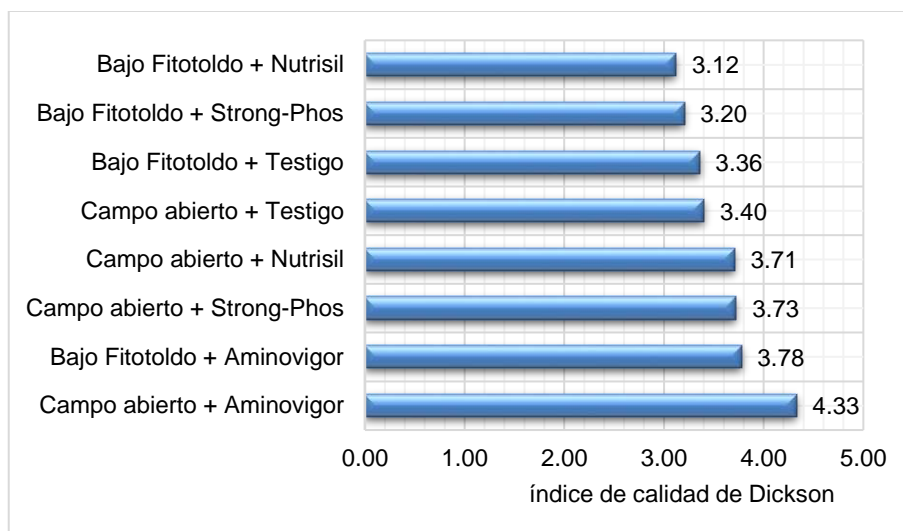


Gráfico 12: índice de calidad de Dickson

### 6.3.5. Índice de lignificación

Tabla 79: Índice de lignificación

Clave	Tratamiento	Bloques			Total
		I	II	III	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	0.48	0.47	0.43	1.38
T-2	Campo abierto + Nutrisil	0.47	0.40	0.40	1.28
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.44	0.44	0.39	1.27
T-4	Campo abierto + Testigo	0.44	0.44	0.40	1.28
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	0.43	0.42	0.41	1.25
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	0.42	0.46	0.42	1.29
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.46	0.44	0.41	1.31
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	0.43	0.43	0.44	1.30
	Total	3.57	3.51	3.30	10.37

Tabla 80: Parámetros de tendencia central y dispersión - Índice de lignificación

Clave	Tratamiento	Promedio	Máximo	Mínimo	Rango	Desviación estándar	Coefficiente de variabilidad
T-1	Campo abierto + Aminovigor	0.46	0.48	0.43	0.05	0.03	6.06%
T-2	Campo abierto + Nutrisil	0.43	0.47	0.40	0.07	0.04	8.91%
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.42	0.44	0.39	0.06	0.03	7.70%
T-4	Campo abierto + Testigo	0.43	0.44	0.40	0.04	0.02	5.04%
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	0.42	0.43	0.41	0.02	0.01	2.57%
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	0.43	0.46	0.42	0.04	0.02	5.12%
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.44	0.46	0.41	0.05	0.03	5.91%
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	0.43	0.44	0.43	0.01	0.00	0.86%
	Promedio	0.43	0.48	0.39	0.09	0.02	5.27%

El índice de lignificación promedio fue de 0.43, el rango de variación fue de 0.09, con un promedio máximo de 0.48 correspondiente al tratamiento campo abierto + Aminovigor y un valor mínimo de 0.39 de índice de lignificación correspondiente a campo abierto + Strong-Phos. La desviación estándar fue de 0.02 y el coeficiente de variabilidad fue de 5.27%.

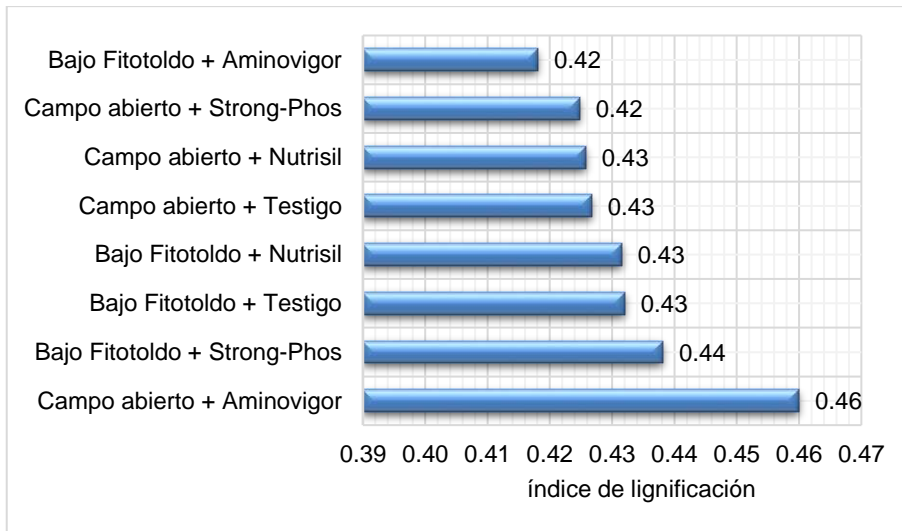
Tabla 81: *Totales y promedios ordenados para Ambiente de crecimiento (A) x Fertilizante foliar (B) - Índice de lignificación*

Ambiente de crecimiento (A)	Fertilizante foliar (B)				Total	Promedio
	Aminovigor	Nutrisil	Strong-Phos	Testigo		
Campo abierto	1.38	1.28	1.27	1.28	5.21	0.43
Bajo fitotoldo	1.25	1.29	1.31	1.30	5.16	0.43
Total	2.63	2.57	2.59	2.58	10.37	
Promedio	0.44	0.43	0.43			0.43

Tabla 82: *Análisis de varianza - Índice de lignificación*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculado	F. Tabular		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	2	0.005035	0.002517	6.99	3.74	6.51	Sig	Sig
Ambiente de crecimiento (A)	1	0.000114	0.000114	0.32	0.00102	0.00004	NS	NS
Fertilizante foliar (B)	3	0.000408	0.000136	0.38	0.07075	0.02344	NS	NS
Ambiente de crecimiento x Fertilizante foliar (AxB)	3	0.002877	0.000959	2.66	3.34	5.56	NS	NS
Error	14	0.005040	0.000360					
Total	23	0.013474					CV	4.39%

Según el análisis de varianza, al 95 y 99% de probabilidad no se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ambiente de crecimiento, ni entre los niveles del factor fertilizante foliar. Al 95 y 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas para la interacción del factor ambiente de crecimiento y fertilizante foliar. Finalmente, se presentaron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad entre los bloques del experimento, este se debe posiblemente a que los sustratos dentro de la bolsa no fueron distribuidos adecuadamente en sus componentes.



**Gráfico 13:** índice de lignificación

## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### CONCLUSIONES

1. El ambiente de crecimiento afecto altura de planta y diámetro de tallo, siendo el mejor, para altura de planta, bajo fitotoldo con 1.16 m y campo abierto para diámetro de tallo con 10.79 mm. Para peso húmedo de parte aérea el mejor ambiente de crecimiento fue campo abierto con 69.41 g/planta, el mejor fertilizante foliar fue Aminovigor con 75.65 g/planta, las mejores interacciones fueron: campo abierto y Aminovigor con 94.08 g/planta y campo abierto y Nutrisil con 74.54 g/planta. Para peso seco de parte aérea no hubo efecto de ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, ya que no se presentaron diferencias significativas. El número de ramas no fue afectado por ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, al no presentarse diferencias significativas entre sus promedios.
2. El ambiente de crecimiento afecto peso húmedo de raíces por planta, siendo el mejor campo abierto con 26.13 g/planta, los fertilizantes foliares no presentaron diferencias significativas. Para peso seco de raíces por planta, al 95% de probabilidad el mejor ambiente de crecimiento fue campo abierto con 12.96 g/planta, el mejor fertilizante fue Aminovigor con 13.69 g/planta. La longitud de raíz no fue afectada por el ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, no se presentaron diferencias significativas entre los promedios.
3. El índice de robustez fue afectado por el ambiente de crecimiento, siendo el mejor bajo fitotoldo con un promedio de 11.61. Para la relación altura de planta/longitud de raíz principal el ambiente de crecimiento y el fertilizante foliar no presentaron diferencias significativas al 95 y 99% de probabilidad. Para la relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces el mejor ambiente de crecimiento fue bajo fitotoldo con un promedio de 3.26. Para índice de calidad de Dickson el mejor ambiente de crecimiento fue campo abierto con un promedio de 3.79, el mejor fertilizante foliar fue Aminovigor con 4.05. El índice de lignificación no fue afectado por el ambiente de crecimiento y fertilizante foliar, al no presentarse diferencias significativas.



## **SUGERENCIAS**

1. Se sugiere investigar los índices de calidad en plántones de primer crecimiento bajo dos ambientes de crecimiento y fertilizantes foliares.
2. Se sugiere evaluar mayor cantidad de fertilizantes foliares y en diferentes pisos altitudinales.
3. Se sugiere continuar con la investigación de fertilizantes foliares a diferentes dosis y en diferentes ambientes de crecimiento.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ancco, Y. (2019). *Evaluación del inoculo micorrizal del hongo (Boletus edulis) en la producción de plantones de pino (Pinus radiata d. don) en Andahuaylas*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Baldeón, L. (2020). *Efectos del humus de lombriz y micorrizas, en el crecimiento de plántulas de pino (Pinus radiata), distrito de Pillco Marca - Huánuco 2020*. Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco, Huanúco, Perú.
- Bio Fertilizantes Perú S.A.C. (2023). *Ficha Técnica Aminovigor Premium*. Lima, Perú: Bio Fertilizantes Perú S.A.C. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://biofertilizantesperu.com/site/wp-content/uploads/2019/10/AMINOVIGOR-PREMIUM.pdf
- Buamscha, M., Contardi, L., Dumroese, R., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., & Jacobs, D. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. Buenos Aires, Argentina: Consejo Federal de Inversiones (CFI).
- Cabrera, R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustrato de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo, serie Horticultura*, 5(11).
- Caceres, I. (2013). *Efecto de cristales hidrosolubles (Hidrosorb®), frecuencias de riego y sustrato en el almacigado de pino (Pinus radiata D.) en el C. P. de Jaillihuaya*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Espinoza, R. E. (2014). *Efecto de dos tratamientos pre germinativos y tres niveles diferentes de sustratos en la germinación de pino (Pinus radiata D. Don.)*. Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Estrada, W. (1997). *Manual para la producción de pino - Pinus radiata D. Don*. Quito, Ecuador: Editorila EDI.U.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- Farmagro S.A. (2023). *Ficha técnica de Strong-Phos*. Lima, Perú: Farmagro S.A. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://www.farmagro.com.pe/media\_farmagro/uploads/ficha\_tecnica/ficha\_tecnica\_-\_strong\_phos.pdf

- García-Serrano, P., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E. M., Estrada, M., & Garruña, R. (2016). (2016). Sustratos para producción de flores. , 50,. *Agrociencia*.
- Guariguata, M., Arce, J., Ammour, T., & Capella, J. (2017). *Las plantaciones forestales en Perú Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro*. Lima, Perú: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR).
- Guerrero, R. (1998). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Santafé de Bogotá. Colombia: Imprenta Sáenz y Cía. Ltda.
- Heras, M. (2021). *Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo*. Tesis de maestría , Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas - Colegio de Postgraduados, México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* . México: McGraw Hill Interamericana.
- INIA. (2023). *Curso virtual - Manejo integrado del cultivo de Palto*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/614/mod\_resource/content/1/MODULO-1lc.pdf
- Lopez, J. (2020). *Efecto de sustratos y fertilizantes en la optimización del crecimiento de plántulas de Pinus tecunumanii (schw.) en condiciones de vivero*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Luna, C. (2019). Evaluación de sustratos y concentraciones de fertilizantes sobre el crecimiento de pino tadea (*Pinus taeda* L.) en vivero. *Revista Agronómica Noroeste Argentino*, 39(1).
- Martín, H. (2008). *Dendrología especial, árboles forestales de Argentina*. Buenos Aires, Argentina : Universidad Nacional de Misiones.
- Mejía, J. (2007). *Producción de Pinus patula Schl. Et Cham. En sustratos a base de aserrín crudo y dosis de fertilización*. Tesis de pregrado , Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo , México.
- Melendez, G., & Molina, E. (2003). *Fertilizantes: Características y manejo*. Costa Rica : COSTACAN.

- Melgarejo, R. (2017). *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*. Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Basilea, Suiza: Instituto Internacional del Potasio.
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Línea de base de especies forestales (Pinus sp y Eucalyptus sp) con fines de bioseguridad*. Lima, Perú: MINAN.
- Molina, E. (2002). *Fuentes de fertilizantes foliares*. En: *Memoria del seminario de capacitación Fertilización foliar principios y aplicaciones*. Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliares. Universidad de Costa Rica.
- Perez, F. (2017). *Fisiología vegetal: Nutrición mineral*. Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali.
- Perez, J. (2014). *Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Prieto, J., Garcia, J., Mejia, J., Huchin, S., & Aguilar, J. (2009). *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Rodriguez, R. (2010). *Manual de prácticas de viveros forestales*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Sáenz, J. T., Muñoz, H. J., Pérez, C., Rueda, A., & Hernández, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(26).
- Salas, R. (2002). *Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar*. En: *Memoria del seminario de capacitación Fertilización foliar principios y aplicaciones*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos.
- Segura, A. (2002). *Fertilización foliar: principios y aplicaciones*. En: *Memoria del seminario de capacitación Fertilización foliar principios y aplicaciones*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliares. Universidad de Costa Rica.
- SENAMHI. (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú, guía explicativa*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

- SERFOR. (2023). *Registro Nacional de Plantaciones Forestales*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre: <https://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es/tableros/registros-nacionales/plantaciones>
- Sierra, C. (2013). *Fertilización y manejo del suelo en hortalizas*. . La Serena, Chile: : Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura de Chile.
- Silcrop SAC. (2023). *Ficha técnica de Nutrisil 20-20-20*. Lima, Perú: Silcrop SAC. Obtenido de <https://vademecumagrario.com/product/nutrisil-20-20-20/>
- Singh, B. K. (2002). *Fertilización foliar con ácidos húmicos*. En: *Memoria del seminario de capacitación Fertilización foliar principios y aplicaciones*. . Costa Rica: Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliar. Universidad de Costa Rica. .
- Vitorino, B. (1989). *Fertilidad de suelos y fertilizantes, con énfasis en los suelos de Perú*. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Zanabria, Y., & Cuellar, J. (2014). *Tecnologías de producción en viveros de cuatro especies forestales en el valle del Mantaro*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria - Corporación Gráfica Andina SAC.

## ANEXOS

## ANEXO 01 RESULTADOS

**Tabla 83: Altura de planta (m) – Bloque I**

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.12	1.17	1.14	1.08	1.25	1.17	1.08	1.04	1.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.14	1.15	1.06	1.15	1.12	1.07	1.12	1.09	1.11
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.13	1.18	1.12	1.20	1.12	1.14	1.13	1.15	1.15
T-4	Campo abierto + Testigo	1.13	1.16	1.13	0.97	1.19	1.17	1.19	1.16	1.14
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.16	1.19	1.09	1.09	1.23	1.16	1.43	1.13	1.19
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.13	1.13	1.13	1.16	1.29	1.25	1.26	1.10	1.18
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.26	1.11	1.11	1.01	1.12	1.12	1.09	1.13	1.12
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.24	1.10	1.12	1.14	1.17	1.22	1.11	1.28	1.17

**Tabla 84: Altura de planta (m) – Bloque II**

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.15	1.15	1.12	1.08	1.14	1.12	1.10	1.10	1.12
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.15	1.14	1.24	1.14	1.00	1.11	1.11	1.10	1.12
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.13	1.07	1.15	1.07	1.18	1.13	1.15	1.10	1.12
T-4	Campo abierto + Testigo	1.12	1.01	1.05	1.05	1.00	1.00	1.10	1.10	1.05
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.28	1.08	1.17	1.03	1.23	1.14	1.20	1.20	1.17
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.12	1.07	1.05	0.97	1.21	1.07	1.06	1.09	1.08
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.16	1.16	1.29	1.08	1.11	1.11	1.21	1.07	1.15
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.09	1.16	1.16	1.16	1.09	1.21	1.07	1.29	1.15

**Tabla 85: Altura de planta (m) – Bloque III**

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.13	1.11	1.18	1.13	1.19	1.07	1.13	1.08	1.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.19	1.13	1.13	1.14	1.18	1.03	1.08	1.24	1.14
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.13	1.24	1.05	1.15	1.08	1.11	1.11	1.12	1.12
T-4	Campo abierto + Testigo	1.12	1.09	1.14	1.18	1.06	1.07	1.15	1.03	1.11
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.22	1.11	1.28	1.16	1.05	1.16	1.06	1.10	1.14
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.16	1.09	1.11	1.06	1.31	1.23	1.18	1.13	1.16
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.16	1.13	1.17	1.13	1.14	1.08	1.19	1.17	1.15
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.29	1.25	1.15	1.21	1.26	1.08	1.21	1.22	1.21

**Tabla 86: Diámetro de tallo (mm) – Bloque I**

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	13.8	10.6	11.8	10.3	12.8	11.8	9.7	10.5	11.41
T-2	Campo abierto + Nutrisil	10.9	12.4	12.2	10.5	12.6	10.4	11.6	14.7	11.91
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	12.6	11.2	12.0	13.5	11.0	11.4	10.4	11.2	11.66
T-4	Campo abierto + Testigo	11.9	11.1	10.8	10.1	10.0	10.8	12.6	12.5	11.23
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	12.4	11.8	10.5	9.6	10.6	13.2	11.3	11.1	11.31
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	9.8	10.0	11.2	9.6	10.0	10.7	11.5	9.9	10.34
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	12.2	9.5	9.0	9.3	8.4	8.8	10.2	11.0	9.80
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	11.0	8.1	10.5	9.9	9.6	10.4	8.8	11.7	10.00

Tabla 87: *Diámetro de tallo (mm) – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.1	11.6	9.4	10.1	10.4	10.4	10.6	11.1	10.46
T-2	Campo abierto + Nutrisil	11.6	9.8	11.4	12.2	10.4	9.4	11.2	9.2	10.65
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	10.6	10.9	10.5	8.7	9.4	9.4	10.0	11.0	10.06
T-4	Campo abierto + Testigo	10.8	8.0	10.2	11.8	8.7	8.0	9.0	11.7	9.78
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	11.2	8.9	11.0	11.1	9.6	8.7	9.6	12.3	10.30
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	9.6	8.9	9.7	9.6	10.6	11.6	8.7	8.8	9.69
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	11.1	9.2	10.9	9.0	9.1	10.4	10.1	10.9	10.09
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	11.7	10.5	11.0	9.9	9.4	10.2	12.3	10.8	10.73

Tabla 88: *Diámetro de tallo (mm) – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.8	11.2	10.8	10.9	12.3	10.6	9.9	12.2	11.09
T-2	Campo abierto + Nutrisil	10.7	10.3	10.1	10.4	10.0	9.8	9.3	12.7	10.41
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	11.7	12.2	9.4	9.3	11.8	11.2	8.8	9.9	10.54
T-4	Campo abierto + Testigo	10.4	10.2	10.0	11.7	10.4	10.2	9.8	9.9	10.33
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	8.7	9.3	10.9	10.0	9.6	9.9	10.4	9.4	9.78
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	9.1	8.4	8.7	8.0	11.4	9.9	11.3	9.7	9.56
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	8.3	9.7	9.3	7.9	8.0	9.9	10.2	10.9	9.28
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	9.7	9.8	10.3	8.2	9.2	9.4	10.6	10.1	9.66

Tabla 89: *Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	152.0	79.0	85.0	56.0	115.0	111.0	69.0	78.0	93.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	78.0	100.0	76.0	68.0	93.0	60.0	93.0	109.0	84.63
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	53.0	50.0	56.0	55.0	60.0	57.0	50.0	65.0	55.75
T-4	Campo abierto + Testigo	48.0	42.0	65.0	75.0	55.0	42.0	60.0	45.0	54.00
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	74.0	50.0	46.0	71.0	56.0	42.0	60.0	50.0	56.13
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	84.0	1.8	66.0	53.0	67.0	46.0	62.0	46.0	53.23
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	56.0	92.0	60.0	64.0	53.0	60.0	57.0	56.0	62.25
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.2	50.0	50.0	80.0	60.0	63.0	50.0	70.0	53.02

Tabla 90: *Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	84.0	122.0	72.0	68.0	114.0	107.0	89.0	90.0	93.25
T-2	Campo abierto + Nutrisil	109.0	79.0	88.0	55.0	49.0	66.0	55.0	43.0	68.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	40.0	47.0	46.0	34.0	40.0	53.0	50.0	70.0	47.50
T-4	Campo abierto + Testigo	40.0	52.0	40.0	40.0	48.0	55.0	50.0	37.0	45.25
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	54.0	59.0	68.0	60.0	59.0	48.0	54.0	68.0	58.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	42.0	60.0	48.0	48.0	57.0	57.0	60.0	93.0	58.13
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	82.0	53.0	60.0	50.0	66.0	66.0	46.0	52.0	59.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	57.0	46.0	51.0	60.0	49.0	44.0	49.0	63.0	52.38



Tabla 91: *Peso húmedo de parte aérea (g) – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	78.0	74.0	93.0	85.0	155.0	79.0	90.0	113.0	95.88
T-2	Campo abierto + Nutrisil	84.0	62.0	75.0	55.0	75.0	76.0	68.0	73.0	71.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	57.0	58.0	69.0	50.0	72.0	70.0	52.0	65.0	61.63
T-4	Campo abierto + Testigo	72.0	53.0	51.0	54.0	62.0	58.0	88.0	65.0	62.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	68.0	32.0	57.0	96.0	45.0	49.0	49.0	58.0	56.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	53.0	53.0	54.0	51.0	60.0	68.0	55.0	52.0	55.75
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	64.0	65.0	87.0	54.0	75.0	55.0	49.0	53.0	62.75
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	48.0	46.0	65.0	60.0	59.0	75.0	59.0	57.0	58.63

Tabla 92: *Peso seco de parte aérea (g) – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	74.0	35.0	36.0	25.0	56.0	47.0	38.0	34.0	43.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	34.0	44.0	33.0	30.0	43.0	26.0	40.0	56.0	38.25
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	38.0	44.0	45.0	49.0	37.0	31.0	27.0	44.0	39.38
T-4	Campo abierto + Testigo	48.0	38.0	38.0	28.0	37.0	32.0	46.0	39.0	38.25
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	49.0	49.0	34.0	32.0	58.0	64.0	56.0	52.0	49.25
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	35.0	29.0	33.0	28.0	42.0	34.0	42.0	33.0	34.50
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	54.0	31.0	34.0	30.0	24.0	27.0	38.0	58.0	37.00
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	43.0	23.0	40.0	37.0	28.0	39.0	26.0	54.0	36.25

Tabla 93: *Peso seco de parte aérea (g) – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	32.0	48.0	30.0	58.0	46.0	42.0	35.0	41.0	41.50
T-2	Campo abierto + Nutrisil	41.0	32.0	35.0	50.0	33.0	31.0	40.0	28.0	36.25
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	40.0	38.0	38.0	23.0	35.0	35.0	32.0	44.0	35.63
T-4	Campo abierto + Testigo	39.0	17.0	28.0	52.0	23.0	17.0	24.0	29.0	28.63
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	36.0	26.0	49.0	55.0	46.0	30.0	36.0	55.0	41.63
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	42.0	31.0	32.0	34.0	49.0	50.0	25.0	27.0	36.25
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	37.0	34.0	47.0	24.0	34.0	27.0	38.0	58.0	37.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	42.0	39.0	37.0	36.0	28.0	41.0	45.0	36.0	38.00

Tabla 94: *Peso seco de parte aérea (g) – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	34.0	30.0	36.0	34.0	58.0	32.0	37.0	45.0	38.25
T-2	Campo abierto + Nutrisil	40.0	35.0	31.0	40.0	36.0	23.0	24.0	51.0	35.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	44.0	50.0	28.0	30.0	46.0	40.0	24.0	26.0	36.00
T-4	Campo abierto + Testigo	31.0	28.0	32.0	43.0	35.0	34.0	30.0	31.0	33.00
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	35.0	34.0	43.0	34.0	28.0	32.0	38.0	36.0	35.00
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	27.0	26.0	34.0	27.0	54.0	38.0	48.0	36.0	36.25
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	27.0	35.0	27.0	21.0	22.0	32.0	41.0	37.0	30.25
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	41.0	34.0	32.0	28.0	40.0	34.0	44.0	39.0	36.50

Tabla 95: Número de ramas – Bloque I

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	5.00	5.00	4.00	2.00	5.00	2.00	4.00	4.00	3.88
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.00	1.00	9.00	4.00	3.00	3.00	2.00	7.00	4.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.00	3.00	10.00	6.00	4.00	2.00	2.00	10.00	5.13
T-4	Campo abierto + Testigo	7.00	4.00	6.00	3.00	6.00	5.00	4.00	3.00	4.75
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	4.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00	5.00	3.00	3.75
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.00	0.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	5.00	2.25
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	5.00	2.00	6.00	2.00	4.00	7.00	4.00	5.00	4.38

Tabla 96: Número de ramas – Bloque II

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	4.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	5.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.00	7.00	10.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.63
T-4	Campo abierto + Testigo	5.00	6.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	5.00	4.25
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	4.00	3.00	2.00	5.00	4.00	4.00	2.00	4.00	3.50
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	4.00	3.00	4.00	4.00	1.00	5.00	4.00	3.00	3.50
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	8.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.50
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Tabla 97: Número de ramas – Bloque III

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.00	5.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	7.00	4.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	5.00	4.00	2.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	3.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.00	4.00	1.00	4.00	9.00	2.00	2.00	3.00	3.50
T-4	Campo abierto + Testigo	3.00	3.00	4.00	4.00	6.00	4.00	4.00	3.00	3.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.00	4.00	5.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.00	0.00	4.00	3.00	2.00	6.00	5.00	6.00	3.63
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	2.00	3.00	3.00	4.00	0.00	1.00	2.00	6.00	2.63
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.00	6.00	5.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.75

Tabla 98: Peso húmedo de raíces – Bloque I

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	44.0	27.0	29.0	17.0	35.0	31.0	24.0	26.0	29.13
T-2	Campo abierto + Nutrisil	25.0	28.0	22.0	19.0	29.0	21.0	23.0	24.0	23.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	24.0	32.0	29.0	29.0	28.0	20.0	16.0	28.0	25.75
T-4	Campo abierto + Testigo	29.0	24.0	29.0	32.0	23.0	25.0	21.0	29.0	26.50
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	40.0	24.0	28.0	22.0	22.0	34.0	32.0	36.0	29.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	25.0	16.0	28.0	16.0	22.0	18.0	24.0	19.0	21.00
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	29.0	18.0	25.0	24.0	15.0	19.0	20.0	27.0	22.13
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	29.0	18.0	24.0	25.0	21.0	22.0	17.0	36.0	24.00

Tabla 99: *Peso húmedo de raíces – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	33.0	33.0	19.0	20.0	29.0	28.0	22.0	43.0	28.38
T-2	Campo abierto + Nutrisil	24.0	26.0	24.0	29.0	35.0	21.0	34.0	19.0	26.50
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	33.0	24.0	33.0	15.0	25.0	20.0	26.0	27.0	25.38
T-4	Campo abierto + Testigo	29.0	13.0	22.0	40.0	12.0	12.0	15.0	23.0	20.75
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	21.0	14.0	29.0	28.0	25.0	16.0	20.0	37.0	23.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	16.0	17.0	17.0	26.0	22.0	24.0	15.0	18.0	19.38
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	22.0	24.0	29.0	16.0	25.0	21.0	20.0	33.0	23.75
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	27.0	23.0	20.0	26.0	14.0	22.0	26.0	22.0	22.50

Tabla 100: *Peso húmedo de raíces – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	22.0	22.0	22.0	29.0	55.0	26.0	25.0	33.0	29.25
T-2	Campo abierto + Nutrisil	35.0	22.0	18.0	26.0	28.0	21.0	21.0	36.0	25.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	28.0	30.0	34.0	19.0	39.0	30.0	13.0	25.0	27.25
T-4	Campo abierto + Testigo	23.0	28.0	24.0	31.0	28.0	26.0	19.0	20.0	24.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	19.0	20.0	26.0	23.0	14.0	17.0	23.0	21.0	20.38
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	24.0	17.0	16.0	13.0	36.0	24.0	31.0	22.0	22.88
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	14.0	20.0	18.0	19.0	15.0	20.0	26.0	28.0	20.00
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	33.0	23.0	33.0	16.0	24.0	22.0	26.0	21.0	24.75

Tabla 101: *Peso seco de raíces – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	22.0	14.0	16.0	9.0	19.0	15.0	12.0	15.0	15.25
T-2	Campo abierto + Nutrisil	14.0	15.0	10.0	11.0	16.0	12.0	12.0	13.0	12.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	12.0	17.0	15.0	15.0	15.0	10.0	6.0	16.0	13.25
T-4	Campo abierto + Testigo	14.0	12.0	16.0	16.0	12.0	13.0	12.0	15.0	13.75
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	22.0	13.0	15.0	11.0	10.0	18.0	15.0	17.0	15.13
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	12.0	8.0	14.0	8.0	11.0	9.0	11.0	10.0	10.38
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	15.0	10.0	14.0	15.0	8.0	10.0	11.0	15.0	12.25
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	16.0	9.0	12.0	14.0	11.0	11.0	9.0	18.0	12.50

Tabla 102: *Peso seco de raíces – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	18.0	19.0	9.0	10.0	15.0	14.0	11.0	23.0	14.88
T-2	Campo abierto + Nutrisil	11.0	11.0	11.0	13.0	17.0	10.0	14.0	8.0	11.88
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	18.0	12.0	18.0	8.0	13.0	11.0	13.0	14.0	13.38
T-4	Campo abierto + Testigo	15.0	7.0	12.0	18.0	6.0	7.0	8.0	13.0	10.75
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	10.0	8.0	15.0	14.0	14.0	8.0	9.0	18.0	12.00
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	8.0	9.0	9.0	14.0	11.0	12.0	8.0	10.0	10.13
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	12.0	13.0	15.0	8.0	14.0	12.0	9.0	19.0	12.75
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	14.0	11.0	10.0	14.0	7.0	11.0	13.0	11.0	11.38

Tabla 103: *Peso seco de raíces – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	12.0	12.0	11.0	14.0	29.0	13.0	13.0	16.0	15.00
T-2	Campo abierto + Nutrisil	16.0	10.0	8.0	14.0	14.0	9.0	10.0	17.0	12.25
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	13.0	15.0	9.0	8.0	17.0	13.0	6.0	11.0	11.50
T-4	Campo abierto + Testigo	10.0	12.0	10.0	15.0	12.0	11.0	7.0	9.0	10.75
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	10.0	9.0	12.0	12.0	7.0	8.0	11.0	10.0	9.88
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	14.0	8.0	8.0	7.0	20.0	12.0	13.0	12.0	11.75
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	7.0	10.0	9.0	10.0	8.0	10.0	12.0	15.0	10.13
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	18.0	13.0	17.0	8.0	12.0	10.0	12.0	11.0	12.63

Tabla 104: *Longitud de raíz – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	40.0	49.0	44.0	32.0	55.0	40.0	55.0	48.0	45.38
T-2	Campo abierto + Nutrisil	40.0	50.0	60.0	50.0	45.0	33.0	65.0	30.0	46.63
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	53.0	50.0	56.0	55.0	60.0	57.0	50.0	65.0	55.75
T-4	Campo abierto + Testigo	48.0	42.0	65.0	75.0	55.0	42.0	60.0	45.0	54.00
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	74.0	50.0	46.0	71.0	56.0	42.0	60.0	50.0	56.13
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	84.0	1.8	66.0	53.0	67.0	46.0	62.0	46.0	53.23
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	56.0	92.0	60.0	64.0	53.0	60.0	57.0	56.0	62.25
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	50.0	50.0	50.0	80.0	60.0	63.0	50.0	70.0	59.13

Tabla 105: *Longitud de raíz – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	40.0	47.0	53.0	45.0	40.0	33.0	40.0	50.0	43.50
T-2	Campo abierto + Nutrisil	57.0	71.0	70.0	55.0	49.0	66.0	55.0	43.0	58.25
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	40.0	47.0	46.0	34.0	40.0	53.0	50.0	70.0	47.50
T-4	Campo abierto + Testigo	40.0	52.0	40.0	40.0	48.0	55.0	50.0	37.0	45.25
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	54.0	59.0	68.0	60.0	59.0	48.0	54.0	68.0	58.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	42.0	60.0	48.0	48.0	57.0	57.0	60.0	93.0	58.13
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	82.0	53.0	60.0	50.0	66.0	66.0	46.0	52.0	59.38
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	57.0	46.0	51.0	60.0	49.0	44.0	49.0	63.0	52.38

Tabla 106: *Longitud de raíz – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	50.0	62.0	40.0	48.0	40.0	50.0	44.0	65.0	49.88
T-2	Campo abierto + Nutrisil	84.0	62.0	75.0	55.0	75.0	76.0	68.0	73.0	71.00
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	57.0	58.0	69.0	50.0	72.0	70.0	52.0	65.0	61.63
T-4	Campo abierto + Testigo	72.0	53.0	51.0	54.0	62.0	58.0	88.0	65.0	62.88
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	68.0	32.0	57.0	96.0	45.0	49.0	49.0	58.0	56.75
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	53.0	53.0	54.0	51.0	60.0	68.0	55.0	52.0	55.75
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	64.0	65.0	87.0	54.0	75.0	55.0	49.0	53.0	62.75
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	48.0	46.0	65.0	60.0	59.0	75.0	59.0	57.0	58.63

Tabla 107: *Índice de robustez – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	8.12	11.04	9.66	10.49	9.77	9.92	11.13	9.90	10.00
T-2	Campo abierto + Nutrisil	10.46	9.27	8.69	10.95	8.89	10.29	9.66	7.41	9.45
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	8.97	10.54	9.33	8.89	10.18	10.00	10.87	10.27	9.88
T-4	Campo abierto + Testigo	9.50	10.45	10.46	9.60	11.90	10.83	9.44	9.28	10.18
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	9.35	10.08	10.38	11.35	11.60	8.79	12.65	10.18	10.55
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	11.53	11.30	10.09	12.08	12.90	11.68	10.96	11.11	11.46
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	10.33	11.68	12.33	10.86	13.33	12.73	10.69	10.27	11.53
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	11.27	13.58	10.67	11.52	12.19	11.73	12.61	10.94	11.81

Tabla 108: *Índice de robustez – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	11.39	9.91	11.91	10.69	10.96	10.77	10.38	9.91	10.74
T-2	Campo abierto + Nutrisil	9.91	11.63	10.88	9.34	9.62	11.81	9.91	11.96	10.63
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	10.66	9.82	10.95	12.30	12.55	12.02	11.50	10.00	11.23
T-4	Campo abierto + Testigo	10.37	12.63	10.29	8.90	11.49	12.50	12.22	9.40	10.98
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	11.43	12.13	10.64	9.28	12.81	13.10	12.50	9.76	11.46
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	11.67	12.02	10.82	10.10	11.42	9.22	12.18	12.39	11.23
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	10.45	12.61	11.83	12.00	12.22	10.67	11.98	9.82	11.45
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	9.32	11.05	10.55	11.72	11.60	11.86	8.70	11.94	10.84

Tabla 109: *Índice de robustez – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T-1	Campo abierto + Aminovigor	10.46	9.91	10.93	10.37	9.67	10.09	11.41	8.85
T-2	Campo abierto + Nutrisil	11.12	10.97	11.19	10.96	11.80	10.51	11.61	9.76
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	9.66	10.16	11.17	12.37	9.15	9.91	12.61	11.31
T-4	Campo abierto + Testigo	10.77	10.69	11.40	10.09	10.19	10.49	11.73	10.40
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	14.02	11.94	11.74	11.60	10.94	11.72	10.19	11.70
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	12.75	12.98	12.76	13.25	11.49	12.42	10.44	11.65
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	13.98	11.65	12.58	14.30	14.25	10.91	11.67	10.73
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	13.30	12.76	11.17	14.76	13.70	11.49	11.42	12.08

Tabla 110: *Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.80	2.39	2.59	3.38	2.27	2.93	1.96	2.17	2.56
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.85	2.30	1.77	2.30	2.49	3.24	1.72	3.63	2.54
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	2.13	2.36	2.00	2.18	1.87	2.00	2.26	1.77	2.07
T-4	Campo abierto + Testigo	2.35	2.76	1.74	1.29	2.16	2.79	1.98	2.58	2.21
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.57	2.38	2.37	1.54	2.20	2.76	2.38	2.26	2.18
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.35	61.75	1.71	2.19	1.93	2.72	2.03	2.39	9.51
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	2.25	1.21	1.85	1.58	2.11	1.87	1.91	2.02	1.85
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.48	2.20	2.24	1.43	1.95	1.94	2.22	1.83	2.04

Tabla 111: *Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.88	2.45	2.11	2.40	2.85	3.39	2.75	2.20	2.63
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.02	1.61	1.77	2.07	2.04	1.68	2.02	2.56	1.97
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	2.83	2.28	2.50	3.15	2.95	2.13	2.30	1.57	2.46
T-4	Campo abierto + Testigo	2.80	1.94	2.63	2.63	2.08	1.82	2.20	2.97	2.38
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	2.37	1.83	1.72	1.72	2.08	2.38	2.22	1.76	2.01
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	2.67	1.78	2.19	2.02	2.12	1.88	1.77	1.17	1.95
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.41	2.19	2.15	2.16	1.68	1.68	2.63	2.06	2.00
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	1.91	2.52	2.27	1.93	2.22	2.75	2.18	2.05	2.23

Tabla 112: *Relación de altura de planta/Longitud de raíz principal – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.26	1.79	2.95	2.35	2.98	2.14	2.57	1.66	2.34
T-2	Campo abierto + Nutrisil	1.42	1.82	1.51	2.07	1.57	1.36	1.59	1.70	1.63
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	1.98	2.14	1.52	2.30	1.50	1.59	2.13	1.72	1.86
T-4	Campo abierto + Testigo	1.56	2.06	2.24	2.19	1.71	1.84	1.31	1.58	1.81
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	1.79	3.47	2.25	1.21	2.33	2.37	2.16	1.90	2.18
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	2.19	2.06	2.06	2.08	2.18	1.81	2.15	2.17	2.09
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.81	1.74	1.34	2.09	1.52	1.96	2.43	2.21	1.89
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.69	2.72	1.77	2.02	2.14	1.44	2.05	2.14	2.12

Tabla 113: *Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.36	2.50	2.25	2.78	2.95	3.13	3.17	2.27	2.80
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.43	2.93	3.30	2.73	2.69	2.17	3.33	4.31	2.99
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.17	2.59	3.00	3.27	2.47	3.10	4.50	2.75	3.10
T-4	Campo abierto + Testigo	3.43	3.17	2.38	1.75	3.08	2.46	3.83	2.60	2.84
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	2.23	3.77	2.27	2.91	5.80	3.56	3.73	3.06	3.41
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	2.92	3.63	2.36	3.50	3.82	3.78	3.82	3.30	3.39
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.60	3.10	2.43	2.00	3.00	2.70	3.45	3.87	3.02
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.69	2.56	3.33	2.64	2.55	3.55	2.89	3.00	2.90

Tabla 114: *Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	1.78	2.53	3.33	5.80	3.07	3.00	3.18	1.78	3.06
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.73	2.91	3.18	3.85	1.94	3.10	2.86	3.50	3.13
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	2.22	3.17	2.11	2.88	2.69	3.18	2.46	3.14	2.73
T-4	Campo abierto + Testigo	2.60	2.43	2.33	2.89	3.83	2.43	3.00	2.23	2.72
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.60	3.25	3.27	3.93	3.29	3.75	4.00	3.06	3.52
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	5.25	3.44	3.56	2.43	4.45	4.17	3.13	2.70	3.64
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.08	2.62	3.13	3.00	2.43	2.25	4.22	3.05	2.97
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	3.00	3.55	3.70	2.57	4.00	3.73	3.46	3.27	3.41

Tabla 115: *Relación peso seco parte aérea/peso seco de raíces – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	2.83	2.50	3.27	2.43	2.00	2.46	2.85	2.81	2.64
T-2	Campo abierto + Nutrisil	2.50	3.50	3.88	2.86	2.57	2.56	2.40	3.00	2.91
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	3.38	3.33	3.11	3.75	2.71	3.08	4.00	2.36	3.22
T-4	Campo abierto + Testigo	3.10	2.33	3.20	2.87	2.92	3.09	4.29	3.44	3.15
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.50	3.78	3.58	2.83	4.00	4.00	3.45	3.60	3.59
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	1.93	3.25	4.25	3.86	2.70	3.17	3.69	3.00	3.23
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.86	3.50	3.00	2.10	2.75	3.20	3.42	2.47	3.04
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	2.28	2.62	1.88	3.50	3.33	3.40	3.67	3.55	3.03

Tabla 116: *Índice de calidad de Dickson – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	8.36	3.62	4.37	2.56	5.90	4.75	3.50	4.03	4.64
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.72	4.83	3.59	3.00	5.10	3.05	4.00	5.89	4.15
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.12	4.65	4.86	5.27	4.11	3.13	2.15	4.61	4.11
T-4	Campo abierto + Testigo	4.80	3.67	4.21	3.88	3.27	3.38	4.37	4.55	4.01
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	6.13	4.48	3.87	3.01	3.91	6.64	4.33	5.21	4.70
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	3.25	2.48	3.78	2.31	3.17	2.78	3.59	2.98	3.04
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	4.95	2.77	3.25	3.50	1.96	2.40	3.47	5.16	3.43
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	4.23	1.98	3.71	3.60	2.65	3.27	2.26	5.16	3.36

Tabla 117: *Índice de calidad de Dickson – Bloque II*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.80	5.39	2.56	4.12	4.35	4.07	3.39	5.47	4.14
T-2	Campo abierto + Nutrisil	3.81	2.96	3.27	4.78	4.33	2.75	4.23	2.33	3.56
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.50	3.85	4.29	2.04	3.15	3.03	3.22	4.41	3.56
T-4	Campo abierto + Testigo	4.16	1.59	3.17	5.94	1.89	1.61	2.10	3.61	3.01
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	3.06	2.21	4.60	5.22	3.73	2.25	2.73	5.70	3.69
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	2.96	2.59	2.85	3.83	3.78	4.63	2.16	2.45	3.16
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	3.62	3.09	4.14	2.13	3.28	3.02	2.90	5.98	3.52
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	4.55	3.43	3.30	3.50	2.24	3.34	4.77	3.09	3.53

Tabla 118: *Índice de calidad de Dickson – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	3.46	3.38	3.31	3.75	7.45	3.58	3.51	5.23	4.21
T-2	Campo abierto + Nutrisil	4.11	3.11	2.59	3.91	3.48	2.45	2.43	5.33	3.42
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	4.37	4.82	2.59	2.36	5.31	4.08	1.81	2.71	3.50
T-4	Campo abierto + Testigo	2.96	3.07	2.88	4.48	3.59	3.31	2.31	2.89	3.18
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	2.57	2.74	3.59	3.19	2.34	2.54	3.59	3.01	2.95
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	2.79	2.10	2.47	1.99	5.21	3.21	4.32	3.28	3.17
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	1.91	2.97	2.31	1.89	1.76	2.98	3.51	3.94	2.66
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	3.79	3.06	3.76	1.97	3.05	2.96	3.71	3.20	3.19

Tabla 119: *Índice de lignificación – Bloque I*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	0.49	0.46	0.46	0.47	0.50	0.44	0.54	0.47	0.48
T-2	Campo abierto + Nutrisil	0.47	0.46	0.44	0.47	0.48	0.47	0.45	0.52	0.47
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.43	0.46	0.46	0.43	0.46	0.45	0.41	0.47	0.44
T-4	Campo abierto + Testigo	0.43	0.42	0.44	0.44	0.44	0.45	0.46	0.43	0.44
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	0.42	0.43	0.43	0.44	0.48	0.44	0.39	0.41	0.43
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	0.43	0.42	0.42	0.42	0.40	0.43	0.40	0.41	0.42
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.45	0.45	0.45	0.50	0.44	0.43	0.48	0.50	0.46
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	0.44	0.43	0.41	0.45	0.41	0.43	0.44	0.44	0.43

Tabla 120: *Índice de lignificación – Bloque II*

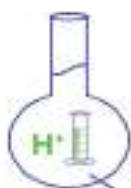
Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	0.43	0.43	0.43	0.77	0.43	0.41	0.41	0.48	0.47
T-2	Campo abierto + Nutrisil	0.39	0.41	0.41	0.39	0.41	0.40	0.41	0.40	0.40
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.45	0.42	0.46	0.42	0.46	0.46	0.44	0.43	0.44
T-4	Campo abierto + Testigo	0.42	0.46	0.43	0.42	0.45	0.44	0.46	0.44	0.44
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	0.40	0.41	0.43	0.44	0.41	0.45	0.38	0.41	0.42
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	0.43	0.43	0.46	0.44	0.52	0.46	0.43	0.49	0.46
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.44	0.45	0.46	0.39	0.46	0.45	0.40	0.48	0.44
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	0.43	0.43	0.44	0.45	0.44	0.41	0.41	0.40	0.43

Tabla 121: *Índice de lignificación – Bloque III*

Clave	Tratamiento	N° de planta								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
T-1	Campo abierto + Aminovigor	0.46	0.44	0.41	0.42	0.41	0.43	0.43	0.42	0.43
T-2	Campo abierto + Nutrisil	0.41	0.38	0.42	0.43	0.39	0.37	0.43	0.39	0.40
T-3	Campo abierto + Strong-Phos	0.40	0.43	0.34	0.37	0.39	0.39	0.41	0.37	0.39
T-4	Campo abierto + Testigo	0.41	0.37	0.40	0.41	0.40	0.39	0.40	0.43	0.40
T-5	Bajo Fitotoldo + Aminovigor	0.44	0.39	0.40	0.41	0.41	0.41	0.39	0.41	0.41
T-6	Bajo Fitotoldo + Nutrisil	0.41	0.39	0.48	0.44	0.42	0.42	0.42	0.41	0.42
T-7	Bajo Fitotoldo + Strong-Phos	0.41	0.42	0.40	0.41	0.41	0.42	0.40	0.42	0.41
T-8	Bajo Fitotoldo + Testigo	0.44	0.45	0.43	0.40	0.50	0.40	0.43	0.43	0.44



**ANEXO 02  
ANÁLISIS DE SUELO**



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

**INFORME N°LQ 0100-23**

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO**

**SOLICITA :** Lenin Alejandro Conza Pezo

**MUESTRA :** Mh.- Suelo - Centro Agronómico Kayra.  
**DISTRITO :** San Jerónimo.  
**PROVINCIA :** Cusco.  
**DEPARTAMENTO :** Cusco.  
**FECHA DE INFORME :** 22/11/22

**RESULTADOS :**

DETERMINACIONES	UNIDAD	Mh
Humedad	%	23.3
<b>Muestra seca</b>		
Nitrogeno total	%	0.06
Fosforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/100	0.85
Potasio intercambiable K <sub>2</sub> O	mg/100	14.8
Materia orgánica	%	1.1
pH		7.6
Conductividad Eléctrica Saturada	µS/cm	880
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	meq/100	14
<b>Textura(malla 2 mm)</b>		
Arena	%	18.8
Arcilla	%	2.3
Limo	%	78.9
Clase textural		Franco Limoso

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:**

- El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.
- Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados - SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES - INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA - MÉXICO 2006.
- Soil Testing Methods - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) - ROME 2000.

**NOTA:**

- Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.
- La muestra fue tomada por el solicitante.


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL, CUSCO  
  
**Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 238334

**ANEXO 03**  
**FICHA TÉCNICA DE FERTILIZANTES FOLIARES EVALUADOS**



ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.

**FICHA TÉCNICA**

ACTUALIZADO  
ENERO 2019



**EcoRepresentaciones**

Pág. 1 de 4

**AMINOVIGOR PREMIUM**

BIOESTIMULANTE  
100% ORGANICO

**DATOS DE LA EMPRESA** : ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.  
**NOMBRE DEL PRODUCTO** : AMINOVIGOR PREMIUM  
BIOESTIMULANTE

**PROPIEDADES FISICOQUIMICAS:**

NATURALEZA FISICA : Suspensión Uniforme.  
INGREDIENTE ACTIVO : Complejo de Aminoácidos  
GRUPO QUIMICO : Aminoácidos  
CONCENTRACION : Aminoácidos, Macro y Micro Nutrientes  
MODO DE ACCION : Absorción foliar y radicular.  
CERTIFICACION ORGÁNICA : Control Unión.  
CU 81327 bajo las normas NOP, EU, RTPO

**CARACTERISTICAS:**

Aminovigor Premium es obtenido a través de hidrólisis enzimáticas y proceso fermentativo de especies marinas ricos en aminoácidos biológicamente activos, péptidos, ácidos orgánicos, vitaminas, materia orgánica líquida, microorganismos benéficos, enzimas, macro y micro elementos en forma asimilable. Aminovigor Premium es un activador de los procesos fisiológicos de la planta, además en un regulador natural del equilibrio nutricional mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, revitaliza y activa a las plantas después de situaciones de estrés biótico y abiótico.

**COMPOSICIÓN QUÍMICA GARANTIZADA:**

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL GARANTIZADA:			
AMINOACIDOS LIBRES, ACIDOS ORGANICOS, VITAMINAS, MACRO Y MICRO ELEMENTOS			
PH	4.22	Glicina	1.09 %
Materia Orgánica Soluble	277.72 gr/L	Leucina	0.54 %
Nitrógeno (N total)	21.36 gr/L	Valina	0.64 %
Fósforo (P total)	2.00 gr/L	Isoleucina	0.73 %
Potasio (K total)	10.20 gr/L	Fenilalanina	1.08 %
Calcio (Ca total)	4.80 gr/L	Prolina	0.67 %
Magnesio (Mg total)	0.92 gr/L	Metionina	0.38 %
Azufre (S total)	1.97 gr/L	Triptófano	0.021 %
Hierro (Fe total)	57.00 mg/L	Arginina	0.36 %
Cobre (Cu total)	1.20 mg/L	Tirosina	0.29 %
Zinc (Zn total)	7.00 mg/L	Serina	0.41 %
Manganeso (Mn total)	1.50 mg/L	Alanina	0.36 %
Boro (B total)	3.33 mg/L	Histidina	0.18 %
Ácido Húmico	4.68 %	Ácido Glutámico	1.27 %
Ácido Fúlvico	4.83 %	Ácido Aspártico	3.16 %

\*Análisis en Laboratorio de Suelos UNALM. Calidad total



#### BENEFICIOS EN LA PLANTA

- Incrementa la actividad fisiológica y fotosintética de la planta.
- Mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Asegura una floración concentrada y vigorosa.
- Aumenta la fertilidad, cuajado y amarre de los frutos.
- Promueve el incremento de las defensas naturales de la planta contra las plagas.
- Regula el equilibrio hídrico de las plantas superando condiciones de sequías e inundaciones.
- Potencializador de las coloraciones intensas y dulzor de los frutos.
- Incremento del rendimiento y calidad de las cosechas.

#### BENEFICIOS EN EL SUELO

- Mejora la disponibilidad de los nutrientes que se encuentran en el suelo.
- Mejora las condiciones Químicas, Físicas y Biológicas del suelo.
- Acondicionador para el desarrollo de las faunas benéficas del suelo.
- Compatible con el uso de agentes biológicos para el control de insecto y enfermedades en el suelo.

#### RECOMENDACIONES DE APLICACIÓN:

Se recomienda el uso de AMINOVIGOR PREMIUM vía foliar y además vía suelo a través del sistema de riego tecnificado en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos anuales y perennes. En viveros, invernaderos, en riego tecnificado y agricultura convencional.

#### DOSIS DE USO:

Aplicación Foliar: 0.5 a 1.0 litros por 200 L.

Aplicación al suelo: 5.0 a 8.0 litros por ha.

#### RECOMENDACIONES PARA SU USO EN ALGUNOS CULTIVOS:

CULTIVO	DOSIS/HA.	APLICACIONES
Cítricos, Café y Cacao.	1.5 L	Aplicar terminada la poda, prefloración, plena floración, al cuajado y llenado de frutos.
Palto, Olivo, Mango, Papaya.	1.5 L	Aplicar desde la Prefloración y durante toda la etapa reproductiva del cultivo.
Manzanos, Ciruelero, Duraznos, Vid, Chirimoyos.	1.5 L	Aplicar después del segundo riego, a la formación de yemas, brotación, floración, cuajado y llenado de frutos.
Fresa.	1.0 L	Aplicar desde la siembra, inicios de floración y durante toda la etapa reproductiva y cosecha del cultivo.
Espárragos, Ajos, Alcachofa, Cebolla.	1.0 L	Aplicar después del trasplante, en toda la etapa vegetativa y reproductiva.



Aji, Páprika, Tomate, Pepino.	0.5 – 0.6 L	Aplicar durante el crecimiento de la planta, prefloración, cuajado y llenado de fruto.
Quinoa, Kiwicha, Maíz.	0.6 – 1.0 L	Aplicar durante toda la etapa de crecimiento, floración y formación de granos.
Papa, Camote.	1.0 – 1.5 L	Aplicar desde la siembra, sobre la semilla y abono, antes del aporque, crecimiento y floración, hasta completar la tuberización.
Algodón.	1.0 L	Aplicar después del deshije, al crecimiento de la planta, antes y en plena floración, a la formación y llenado de las bellotas.
Habas, Arveja, Sacha Inchi.	1.0 L	Aplicar durante el crecimiento vegetativo, antes de la floración, en plena floración, y llenado de vainas.
Banano.	1.0 – 1.5 L	Aplicar al trasplante de hijuelos, crecimiento, pre floración, hasta completar el llenado de fruto.
Arroz.	1.0 L	Aplicar en almácigo, trasplante, macollo, punto de algodón y llenado de grano.

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AMINOACIDOS QUE CONTIENE:**

- 1. Glicina.** Interviene en la síntesis de las porfirinas, pilares estructurales de la clorofila y los citocromos, siendo el principal aminoácido con acción quelatante, favoreciendo la formación de nuevos brotes.
- 2. Leucina.** Incrementa la producción, ayudando en la fecundación y amarre de fruto, y mejora la calidad del fruto.
- 3. Valina.** Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones adversas.
- 4. Isoleucinas.** Interviene en la síntesis de las porfirinas, siendo el principal aminoácido con acción quelatante. Favoreciendo la formación de nuevos brotes, participa en los sistemas de resistencia de la planta junto con la lisina.
- 5. Fenilalanina.** Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros, ayuda y mejora los problemas de pigmento de las plantas.
- 6. Prolina.** Equilibrio hídrico de la planta. Mantiene la fotosíntesis en condiciones adversas. Se acumula considerablemente bajo tensiones ambientales, pudiéndose incrementar hasta 25 veces de los normales, bajando ARGININA y SERINA. Aumenta el por ciento de germinación del grano de polen, sobre todo bajo temperaturas adversas.
- 7. Metionina.** Precursor de etileno, incrementa calidad y producción. Aplicando al suelo favorece el crecimiento radical.
- 8. Triptófano.** Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros.
- 9. Sérina.** Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones ambientales adversas.
- 10. Alalina.** Potencia la síntesis de clorofila.
- 11. Histidina.** Protege a las plantas por daño de radiación, mantiene los tejidos sanos, se involucra en la biosíntesis del Triptófano.
- 12. Ác. Glutámico.** Precursor de otros aminoácidos, estimula el crecimiento y estimula los procesos fisiológicos en hojas jóvenes. Interviene en los



mecanismos de resistencia a factores adversos. Vía foliar ayuda a la planta sintetizar los aminoácidos que en ese momento requiere.

**13. Ác. Aspártico.** Interviene en casi todos los procesos metabólicos de la planta.

**14. Arginina.** Estimula el crecimiento de las raíces, junto con METIONINA, teniendo una acción rejuvenecedora en la planta.

**15. Tirosina.** Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros, produce energía en el ciclo de Krebs

**PRECAUCIONES DE USO:**

- Aplicar en forma nebulizada en horas de baja intensidad solar.
- No mezclar con productos de pH alcalino.
- No comer ni beber mientras se esté aplicando.
- Almacenar el producto en un lugar seco, fresco, ventilado y bajo sombra.

**PRESENTACION DEL PRODUCTO:**

Frascos: 500 ml y 1.0 L.

Galonerías: 4.0 L y 5.0 L.

Bidones: 12.0 L y 20.0 L.

**TOXICIDAD:**

No es tóxico para el hombre, animales, artrópodos benéficos, abejas, abejorros y no contamina el agua.

## FICHA TECNICA STRONG PHOS

### DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora: FARMAGRO S.A.

### IDENTIDAD

Composición :	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	35.00 %
	Nitrógeno (N)	8.00 %
	Potasio (K <sub>2</sub> O)	9.00 %
	Extractos Húmicos	43.40 g/L
	Acidos Carboxílicos	10.00 g/L
	Zinc (Zn)	9.00 mg/L
	Hierro (Fe)	30.00 mg/L
	Manganeso (Mn)	24.00 mg/L
	Cobre (Cu)	12.00 mg/L
	Cobalto (Co)	0.20 mg/L
	Molibdeno (Mo)	0.20 mg/L
	Boro (B)	0.50 mg/L
	Vitamina B1	Trazas

Formulación : Concentrado Soluble

Clase de Uso : Nutriente Foliar

### CARACTERÍSTICAS

Gracias a sus componentes **Strong Phos** favorece la adecuada floración y fructificación de los cultivos tratados.

**Strong Phos** promueve el desarrollo radicular lo que favorece la absorción de nutrientes del sistema suelo/planta.

**Strong Phos** confiere a los cultivos mayor resistencia a factores externos como sequías, heladas, enfermedades, etc.

**Strong Phos** puede aplicarse foliarmente o a través de sistema de riego tecnificado (aspersión, goteo, exudación)

### PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

•Densidad	: 1303 ± 10 g/L
•Estado Físico	: Líquido
•Color	: Marrón

- Olor : Característico
- Explosividad : No explosivo
- Corrosividad : No corrosivo
- Estabilidad en Almacenamiento : Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

#### RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVOS	DOSIS		Frecuencia y Momento de Aplicación
	L/CH 200 L	L/ha	
CÍTRICOS, MORANGO, GUAYABA, VINO	0,5 - 1,0	1 - 2	1a. Aplicación: Antes de floración, después de mantener las plantas. 2a. Aplicación: Después de la caída de pétalos o al inicio de la fructificación en las plantas. Puede repetirse cada 20 a 30 días. No aplicar en fructos cortados.
APONJÓN	1,0	2 - 3	1a. Aplicación: Después del corte, antes de la floración (30-40 días después de la siembra). 2a. Aplicación: A la aplicación de las primeras hojas nuevas al inicio del desarrollo. Puede ser una aplicación más, después de 16 días de la segunda aplicación.
ESPÁRAGO	0,25 0,5 - 1,0	1,0 1,0 - 2,0	En Almacigo: 1 aplicación semanal. En campo definitivo: Para control de plagas de polinizadores. Riego de 1 - 2 aplicaciones cada 15 días.
Papa, Camote	0,5	1,0 - 2,0	1a. Aplicación: Después de la siembra en el campo entre 20-30 días después de la siembra. 2a. Aplicación: A los 60 días después de la siembra luego comenzar cada 15-20 días.
FRUTALES FORSIA, F. J. Cereza, Apple, Día, Broun, Jón, Papaya, Pitahaya, Mandarina naranja.	1,0	1 - 2	1a. Aplicación: 10-20 días después de la siembra o al inicio de la fructificación en las plantas. 2a. Aplicación: 30 días después de la siembra o al inicio de la fructificación. Luego repetir la aplicación 1 a 2 veces más 15 días.
CUCURBITACEAS Guisante, Maíz, Pepino, Zucchini, etc.	0,5 - 1,0	1 - 2	1a. Aplicación: Antes de iniciar la floración. Puede ser 2 a 3 aplicaciones cada 15 días.
LEGUMINOSAS Papa, Soya, Arroz, Maíz, etc.	1,0	1 - 2	1a. Aplicación: Antes de la floración. Puede ser 2 a 3 aplicaciones más después del cultivo de riego, con intervalos de 15 días.
Arroz	1,0	1 - 2	1a. Aplicación: 10 a 20 días después de la siembra. 2a. Aplicación: 20 días después de la siembra. 3a. Aplicación: 30 días después de la siembra.
Maíz, Trigo, Cebada	1,0	1 - 2	1a. Aplicación: 10 a 20 días después de la siembra. 2a. Aplicación: Cada 15 días hasta la floración.

#### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Las aplicaciones de **Strong Phos** son vía foliares o en riego tecnificado (aspersión, goteo, microaspersión y/o exudación)

#### COMPATIBILIDAD

**Strong Phos** es compatible con la mayoría de los insecticidas y fungicidas de uso común.

#### REINGRESO AL ÁREA TRATADA

Se recomienda no ingresar a las áreas tratadas hasta 4 horas después de la aplicación.

#### FITOTOXICIDAD

**Strong Phos** no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

#### CATEGORÍA TOXICOLÓGICA

Ligeramente peligroso

**FERTIGAMA S.A.S**Laboratorio de Referencia  
AGRILAB S.A.S

fertigamasas@hotmail.com

## FICHA TÉCNICA

**NUTRISIL**

## FERTILIZANTE



<p><b>Descripción:</b> Es un fertilizante natural, que promueve la asimilación de los diferentes nutrientes incorporados al suelo.</p>	<p><b>Composición:</b> Es un producto de origen natural que no contiene materias primas de síntesis química, el proceso de extracción es natural. En su mayor composición encontramos Silicio amorfo de origen natural.</p>
--	---

<p><b>Usos:</b> Se utiliza como fertilizante para aplicación al suelo, según recomendaciones de un Ingeniero Agrónomo teniendo en cuenta el análisis de suelos o de tejido foliar.</p>	<p><b>Fuentes:</b> origen de minas de rocas, sometidas a procesos de extracción, secado, molienda, y empaquetado en sacos de 30 kg. Es un material en polvo seco, textura fina, malla 400, color beige, no tóxico.</p>
--	--

**COMPOSICIÓN GARANTIZADA**

Silicio Total	(SiO <sub>2</sub> )	90,6 %
Silicio Amorfo	(SiO <sub>2</sub> )	37,8 %

<p><b>Recomendaciones de Uso:</b> Realizar la aplicación cuando esté poco viento para evitar pérdidas por material de deriva. Es apropiado aplicar en cualquier época del año siempre y cuando el suelo este a capacidad de campo.</p>	<p><b>Dosis:</b> Las dosis deben ser consultadas con un Ingeniero Agrónomo de acuerdo a las necesidades de cada cultivo. Las dosis recomendadas varían entre 30-100 kg por hectárea dependiendo del clima, pH, contenido de aluminio, hierro, y otros elementos en el suelo y el estado de desarrollo del cultivo.</p>
--	--

<p><b>Compatibilidad:</b> Este fertilizante es compatible con todos los fertilizantes.</p>	<p><b>Beneficios:</b> Es un fertilizante que permite tener impactos en el mejoramiento del cultivo. Por su contribución en la resistencia a la presencia de enfermedades y su alto contenido de Silicio ayuda a la sanidad de los cultivos.</p>
--	---

## FICHA TECNICA NUTRISIL



## ANEXO 04 FICHA TÉCNICA DE EVALUACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR EN LA PRODUCCIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) EN  
Tesis: CONDICIONES DEL VIVERO AGROFORESTAL DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – SAN JERÓNIMO  
- CUSCO

Indicador:	BLOQUE I	FECHA:
------------	----------	--------

Clave	Tratamiento	N° de planta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T-1	Campo abierto + Aminovigor								
T-2	Campo abierto + Nutrisil								
T-3	Campo abierto + Strong-Phos								
T-4	Campo abierto + Testigo								
T-5	Bajo Invernadero + Aminovigor								
T-6	Bajo Invernadero + Nutrisil								
T-7	Bajo Invernadero + Strong-Phos								
T-8	Bajo Invernadero + Testigo								

Indicador:	BLOQUE II	FECHA:
------------	-----------	--------

Clave	Tratamiento	N° de planta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T-1	Campo abierto + Aminovigor								
T-2	Campo abierto + Nutrisil								
T-3	Campo abierto + Strong-Phos								
T-4	Campo abierto + Testigo								
T-5	Bajo Invernadero + Aminovigor								
T-6	Bajo Invernadero + Nutrisil								
T-7	Bajo Invernadero + Strong-Phos								
T-8	Bajo Invernadero + Testigo								

Indicador:	BLOQUE III	FECHA:
------------	------------	--------

Clave	Tratamiento	N° de planta							
		1	2	3	4	5	6	7	8
T-1	Campo abierto + Aminovigor								
T-2	Campo abierto + Nutrisil								
T-3	Campo abierto + Strong-Phos								
T-4	Campo abierto + Testigo								
T-5	Bajo Invernadero + Aminovigor								
T-6	Bajo Invernadero + Nutrisil								
T-7	Bajo Invernadero + Strong-Phos								
T-8	Bajo Invernadero + Testigo								

**ANEXO 05**  
**INFORMACIÓN METEOROLOGIA DIARIA**

Tabla 122: *Información meteorológica diaria – Mes de noviembre del 2022*

Año / mes / día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		Total
01/11/2022	24.2	8.5	68.0	0
02/11/2022	25.4	4.0	67.0	0
03/11/2022	27.8	4.0	62.6	0
04/11/2022	26.2	4.0	72.6	0
05/11/2022	26.0	5.0	58.3	0
06/11/2022	22.8	3.5	63.7	0
07/11/2022	24.8	3.5	60.1	0
08/11/2022	23.8	5.0	60.9	0
09/11/2022	22.8	6.8	56.8	0
10/11/2022	25.2	4.0	69.3	0
11/11/2022	24.5	5.8	59.0	0
12/11/2022	24.5	6.0	61.9	0
13/11/2022	25.6	4.6	59.3	0
14/11/2022	26.6	3.5	60.0	0
15/11/2022	21.6	5.5	62.8	0
16/11/2022	22.0	6.0	63.6	0
17/11/2022	25.2	3.0	62.5	0
18/11/2022	25.0	5.5	63.5	0
19/11/2022	25.2	2.5	59.9	0
20/11/2022	22.0	3.8	66.9	2
21/11/2022	23.2	5.5	59.8	15.4
22/11/2022	20.8	8.0	69.5	0
23/11/2022	22.0	5.5	72.8	0
24/11/2022	20.5	9.2	72.9	0
25/11/2022	20.8	8.4	66.9	7.6
26/11/2022	21.8	7.8	61.1	0
28/11/2022	25.8	4.0	63.2	2.5
29/11/2022	25.6	5.0	69.2	0
30/11/2022	25.2	6.0	60.4	0
Promedio	24.03	5.31	63.95	
Acumulado				27.5

Tabla 123: Información meteorológica diaria – Mes de diciembre del 2022

Año / mes / día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		Total
01/12/2022	25.0	7.5	55.4	0
02/12/2022	24.8	8.0	58.9	1.1
03/12/2022	25.4	5.0	60.6	0
04/12/2022	21.0	7.0	67.3	0
05/12/2022	19.8	3.2	67.4	0.5
06/12/2022	21.5	2.5	64.6	10.7
07/12/2022	20.0	8.9	76.8	3.6
08/12/2022	18.0	6.4	79.5	0
09/12/2022	21.6	7.0	67.7	2.1
10/12/2022	23.2	5.0	69.1	0
11/12/2022	22.8	5.2	65.9	0
12/12/2022	19.0	8.0	74.7	0
13/12/2022	19.8	5.5	70.9	0.6
14/12/2022	21.8	7.4	75.5	0
15/12/2022	20.0	7.0	70.6	2
16/12/2022	16.0	7.7	79.6	3.7
17/12/2022	21.5	7.5	58.9	5.9
18/12/2022	S/D	7.5	S/D	S/D
19/12/2022	22.0	8.8	73.4	0
20/12/2022	S/D	9.5	S/D	S/D
21/12/2022	22.4	7.2	78.1	0
22/12/2022	22.6	5.5	66.8	2.5
23/12/2022	22.7	5.2	72.4	3.9
24/12/2022	24.4	5.6	72.7	0
25/12/2022	14.2	4.0	78.9	0.8
26/12/2022	S/D	5.0	S/D	S/D
27/12/2022	22.4	5.2	73.4	0
28/12/2022	21.8	S/D	S/D	1.0
29/12/2022	S/D	5.2	S/D	S/D
30/12/2022	19.5	5.8	79	2.3
31/12/2022	20.0	6.0	71.1	0
Promedio	21.23	6.31	70.35	
Acumulado				40.7

Tabla 124: Información meteorológica diaria – Mes de enero del 2023

Año / mes / día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		Total
01/01/2023	20.2	8.5	70.4	3.4
02/01/2023	22.0	8.0	76.1	16.3
03/01/2023	20.0	6.8	81.1	0.7
04/01/2023	20.0	7.8	77.6	0.9
05/01/2023	19.8	10.0	82.8	4.6
06/01/2023	20.0	5.5	80.5	0
07/01/2023	21.2	4.5	73.5	0
08/01/2023	21.4	5.8	69.4	0.4
09/01/2023	23.0	6.0	73.8	11.8
10/01/2023	22.0	5.5	71.4	27.6
11/01/2023	21.0	4.5	66.5	0
12/01/2023	22.6	3.5	71.3	0
13/01/2023	22.6	5.1	70.3	0
14/01/2023	22.4	6.0	71.5	0
15/01/2023	21.8	5.2	68.4	0
16/01/2023	23.0	3.0	60.5	0
17/01/2023	21.6	6.5	67.3	4.6
18/01/2023	21.6	7.2	70.3	0
19/01/2023	21.0	7.2	77.2	0.6
20/01/2023	21.6	6.2	67.1	0
21/01/2023	20.0	6.0	74.4	2.3
22/01/2023	22.2	5.2	69.9	0
23/01/2023	S/D	2.5	S/D	S/D
24/01/2023	22.4	4.5	70.3	4.2
25/01/2023	S/D	2.5	S/D	S/D
26/01/2023	18.6	2.0	69.7	1.4
27/01/2023	S/D	0.7	S/D	S/D
28/01/2023	21.0	6.8	76.1	0.2
29/01/2023	20.0	7.0	74.0	5.6
30/01/2023	20.2	8.5	S/D	0
31/01/2023	19.8	6.5	79.7	7.1
Promedio	21.18	5.65	72.63	
Acumulado				91.7

Tabla 125: Información meteorológica diaria – Mes de febrero del 2023

Año / mes / día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		Total
01/02/2023	18.6	4.5	78.4	3.2
02/02/2023	22.5	6.2	73.6	1
03/02/2023	16.8	5.8	74.8	3.3
04/02/2023	18.0	8.0	83.0	1.5
05/02/2023	16.8	5.8	81.2	18.2
06/02/2023	18.0	6.0	74.3	4.5
07/02/2023	20.5	7.2	83.1	18.5
08/02/2023	18.2	6.2	69.8	17.3
09/02/2023	21.0	6.0	79.1	0
10/02/2023	22.8	5.5	71.2	0
11/02/2023	21.2	7.8	80.1	0
12/02/2023	20.6	4.8	74.4	14.8
13/02/2023	22.2	7.5	78.5	7.5
14/02/2023	17.0	8.2	85.4	0
15/02/2023	20.0	8.5	78.5	14.9
16/02/2023	20.8	4.5	83.1	0
17/02/2023	23.8	4.5	74.2	6.6
18/02/2023	17.0	6.0	78.4	0
19/02/2023	22.4	6.2	70.5	0
20/02/2023	22.6	5.0	70.1	0
21/02/2023	23.2	5.0	70.5	0
22/02/2023	23.8	8.0	67.2	1.8
23/02/2023	23.2	6.5	72.8	0
24/02/2023	22.2	5.0	79.7	14.4
25/02/2023	21.4	6.0	82.1	0
26/02/2023	24.0	6.6	74.1	2.8
27/02/2023	22.0	3.5	76.8	0.1
28/02/2023	21.2	5.0	68.2	0
Promedio	20.78	6.06	76.18	
Acumulado				130.4

Tabla 126: Información meteorológica diaria – Mes de marzo del 2023

Año / mes / día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		Total
01/03/2023	22.8	4.0	69.3	0
02/03/2023	24.5	5.5	77.5	0
03/03/2023	22.8	6.5	77.7	0
04/03/2023	23.6	5.0	76.0	4.7
05/03/2023	20.0	7.5	78.4	0
06/03/2023	23.2	7.5	70.5	0
07/03/2023	23.2	4.5	73.8	0
08/03/2023	24.0	6.0	74.7	5.4
09/03/2023	19.5	8.5	84.1	3.8
10/03/2023	19.8	8.8	77.7	0
11/03/2023	20.2	7.0	77.9	0
12/03/2023	21.2	6.2	77.2	0
13/03/2023	23.6	8.0	72.7	21.3
14/03/2023	20.2	7.8	79.8	0
15/03/2023	20.2	8.5	74.9	0
16/03/2023	18.0	9.0	80.5	0
17/03/2023	21.2	6.8	75.8	2.1
18/03/2023	S/D	6.6	S/D	S/D
19/03/2023	16.2	7.5	88.1	7.9
20/03/2023	21.4	7.5	77.1	2.7
21/03/2023	18.2	7.5	81.0	1.9
22/03/2023	19.4	8.0	90.6	4.9
23/03/2023	22.2	8.5	73.1	0.8
24/03/2023	19.2	7.6	80.8	4.1
25/03/2023	20.6	9.5	84.1	0
26/03/2023	19.8	8.6	78.2	0
27/03/2023	21.8	9.0	73.8	0
28/03/2023	21.6	7.6	72.3	0
29/03/2023	21.8	9.0	79.3	2.4
30/03/2023	22.6	5.5	71.0	0
31/03/2023	22.4	7.5	73.7	0
Promedio	21.17	7.32	77.39	
Acumulado				62.0