

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

**DETERMINAR EL EFECTO DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES EN LA TASA DE
CRECIMIENTO DEL PINO LIMON (*Cupressus macrocarpa* var. *Gold Crest*), Y
PINO AZUL (*Chamaecyparis lawsoniana* var. *Ellwoodii*) EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

SANCHEZ QUISPE EVER RUDDY

La Paz – Bolivia

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**“DETERMINAR EL EFECTO DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES EN LA TASA
DE CRECIMIENTO DEL PINO LIMON (*Cupressus macrocarpa* var. *Gold Crest*), Y
PINO AZUL (*Chamaecyparis lawsoniana* var. *Ellwoodii*) EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DE COTA COTA”**

Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

SANCHEZ QUISPE EVER RUDDY

Asesores:

Ing. Rafael Murillo García

.....

Ing. M Sc. Hugo Daniel Bosque Sánchez

.....

Tribunal Examinador:

Ing. Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

.....

Ph.D. Roberto Miranda Casas

.....

Presidente Tribunal Examinador

.....



DEDICATORIA:

A Dios, a mis padres, hermano y amigos por el apoyo brindado en la trayectoria de alcanzar un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir esta experiencia terrenal en este mundo bello lleno de oportunidades que hace ser feliz a uno.

A mis padres que supieron comprender el esfuerzo que requerí para poder realizar este paso en la vida, apoyando con el esfuerzo necesario, así como paciencia y darme su acogida en su morada sin exigir nada a cambio por el afecto suyo, ya que sin su ayuda incondicional no lograría esta etapa en mi vida.

A mi novia Steffany M.P. por apoyarme en todo el transcurso de la tesis, por motivarme cada día mas y por estar a mi lado en todo este tiempo.

A la (U.M.S.A.) “Universidad Mayor de San Andrés” y la Facultad de Agronomía por haberme dado la oportunidad de estar en sus aulas y compartir sus conocimientos, experiencias para con mi persona.

A mis asesores; Ing. M Sc. Hugo Daniel Bosque Sánchez e Ing. Rafael Murillo García que en calidad de tutores dedicaron su tiempo y paciencia para guiar y transmitir sus conocimientos, de esta manera hacer realidad el presente trabajo.

A los Sres. Del tribunal examinador Ing. Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros y Ph.D. Roberto Miranda Casas por la labor de guiar el correcto camino de este trabajo con sus aportes en conocimiento.

CONTENIDO

INDICE DE TEMAS.....	i
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii

INDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Justificación	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
3.1. Coníferas	2
3.1.1. Características botánicas de las coníferas	3
3.1.2. Origen y distribución.....	4

3.1.3.	Problemas de conservación de coníferas.....	5
3.1.4.	Genero <i>Chamaecyparis</i>	5
3.1.5.	Genero <i>Cupressus</i>	7
3.2.	Importancia de la fertilización foliar.....	9
3.3.	Fertilizantes orgánicos	12
3.3.1.	Biol	13
3.3.2.	Fertilizantes sintéticos	14
3.4.	Sustrato.....	16
3.4.1.	Desinfección del sustrato	17
4.	MATERIALES Y METODOS.....	18
4.1.	Localización	18
4.1.1.	Ubicación geográfica.....	18
4.2.	Características climáticas.....	19
4.3.	Materiales	19
4.3.1.	Material Biológico	19
4.3.2.	Material de campo.....	19
4.3.3.	Fertilizantes foliares.....	19
4.4.	Metodología	20
4.4.1.	Instalacion de platabandas.....	20

4.4.2.	Preparacion del sustrato.....	20
4.4.3.	Desinfección de sustrato	20
4.4.4.	Repique de plantines en macetas	21
4.4.5.	Riego	21
4.4.6.	Prevención fitosanitaria	21
4.4.7.	Seguimiento de los tratamientos	22
4.5.	Diseño experimental	22
4.5.1.	Factores y Tratamientos.....	23
4.6.	Croquis experimental	23
4.7.	Variables de estudio	24
4.7.1.	Variables de respuesta.....	24
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	27
5.1.1	Comportamiento de la temperatura	28
5.1.2	Comportamiento de la humedad relativa	29
5.1.3	Características físico – químicas del sustrato.....	30
5.2.1	Altura de planta.....	31
5.3	Diámetro de tallo.....	35
5.4	Numero de ramas	38
5.5	Variables económicas:.....	41

5.5.1	Análisis económico parcial	41
6	CONCLUSIONES	47
7	RECOMENDACIONES.....	49
8	BIBLIOGRAFIA.....	50
9	ANEXOS.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del biol	13
Cuadro 2. Composición del Super macollo	16
Cuadro 3. Combinación de factores y formación de tratamientos.....	23
Cuadro 4. Combinación de factores y formación de tratamientos.....	24
Cuadro 5. Características físico – químicas del sustrato	30
Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura de planta.	32
Cuadro 7. Comparaciones de medias DUNCAN para la altura de plantas.	32
Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro de tallo	35
Cuadro 9. Comparaciones de medias DUNCAN para el diámetro de tallo	36
Cuadro 10. Análisis de varianza para el numero de ramas.....	38
Cuadro 11. Comparaciones de medias DUNCAN para el numero de ramas.....	39
Cuadro 12. Análisis económico de la producción de especies de pino bajo la aplicación de dos fertilizantes foliares.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de investigación Estación Experimental Cota Cota	18
Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas	28
Figura 3. Comportamiento del porcentaje de la humedad relativa.	30
Figura 4. Altura de Planta	33
Figura 5. Diámetro de tallo.....	36
Figura 6. Numero de ramas	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Instalación de las platabandas.....	54
Anexo 2. Preparación del sustrato.	54
Anexo 3. Repique de plantines en maceta.....	55
Anexo 4. Pino Azul (Etapa inicial)	56
Anexo 5. Comparación de alturas del Pino Limón	56
Anexo 6. Etapa final a la toma de datos.....	56
Anexo 9. Etapa final a la toma de datos.....	57
Anexo 8. Etapa media a la toma de datos	57
Anexo 7. Etapa inicial a la toma de datos	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se efectuó en inmediaciones en el Centro Experimental de Cota Cota, ubicado en la Ciudad de La Paz, utilizando dos especies de coníferas y dos fertilizantes foliares, con Diseño Experimental Completamente al azar en arreglo bifactorial con tres repeticiones donde el factor "A" correspondió a las dos especies de coníferas (*Chamaecyparis* y *Cupressus*) y para el factor "B" los dos fertilizantes foliares (Biol al 30% y Super Macollo 2ml/400ml). Los objetivos fueron: determinar el fertilizante apropiado para ambas especies de Pino; analizar la respuesta de crecimiento en diámetro, altura y follaje; y, determinar los costos de producción de plantines del Pino. Las variables de respuesta fueron: altura de planta, diámetro de tallo, emisión de ramas y variables económicas juntamente con el análisis económico parcial por tratamientos.

Los resultados para altura de plantas se obtuvieron los mejores con el T6 con 20.90 cm de altura, seguido del T3 con 16.50 cm con una diferencia de casi 4 unidades, y el T2 la menor altura con 10.35 cm de altura; para el diámetro de tallo el mejor resultado fue para el T6 con 2.67 cm de diámetro seguido del T3 con 2.50 cm con una mínima diferencia, y en último lugar están el T1 y T2 que presentaron menor diámetro de tallo ambas con 2 cm de diámetro. Por otro lado, en el número de ramas los mejores promedios son para los tratamientos T3 y T6 ambas con 31 ramas y la peor combinación fue el T2 con 22 ramas. En lo que corresponde al análisis económico, destacamos que para el rendimiento presenta mayor rentabilidad a los tratamientos donde no se aplicaron ningún fertilizante foliar; se demostró que existe mínima diferencia en la utilización de biol y la no aplicación de ningún fertilizante, en cambio para la aplicación de super macollo se obtiene buenos resultados por un incremento en el costo ya que el costo beneficio para los Tratamientos T1 y T3 es de Bs. 1.15, para los tratamientos T2 y T4 es de Bs.1,08 y para los tratamientos T3 y T6 es de Bs. 0,88.

1. INTRODUCCION

Las coníferas son un grupo de plantas superiores que engloba a los árboles y arbustos más antiguos de nuestro Planeta. Su característica principal es la de desarrollar conos o estróbilos, que son estructuras primitivas de reproducción. Por regla general son plantas de hoja perenne, las cuales nunca tienen forma plana como las de los castaños, encinas o alcornoques, si no que toman apariencias como de aguja o escama (Kral, 1993).

Al igual que otras plantas, las coníferas en nuestro medio son requeridas por la población urbana y rural con diferentes fines, tales como la ornamentación y población, para lo cual es importante su propagación. Las coníferas son de gran importancia para la ornamentación de las áreas verdes de la Ciudad de La Paz, logrando con esto embellecer nuestros espacios públicos de recreación familiar para la urbe paceña (Alvarado, 2007). En esta ciudad se ha visto que existen diferentes viveros que producen plantines de pino, un claro ejemplo está en la alcaldía.

1.1. Justificación

Los *Cupressus* y *Chamaecyparis* son especies de coníferas muy requeridas en el mercado y que se están usando en la actualidad para realizar decoraciones de jardín y ornamento en nuestro medio, por tener un buen porte, tamaño mediano y atractivo, que facilita su establecimiento en jardines y macetas como ornamento.

Una manera práctica de incrementar la tasa de crecimiento de plantines en el vivero es el uso de fertilizantes foliares, los que contienen fitohormonas principalmente auxinas, giberelinas y citocininas. Pero este uso tiene que estar muy relacionado con los costos de producción y la rentabilidad que genere para el productor.

Se tienen varias experiencias al respecto, sin embargo, citamos como ejemplo a Alvarado (2015), quién sostiene que los plantines con el buen manejo más el riego óptimo y la

aplicación de fitohormonas puede llegar a crecer eficazmente, como el uso de ANA, RAPID-ROOT, y ROTHOR. Merino (2015), realizó la fertilización foliar con la hormona IBA a 1500 ppm y sustrato base, en la variedad *Cupressus gold crest* en lo cual obtuvo un 78,97% de sobrevivencia y formación de raíz a los 178 días.

El presente trabajo de investigación ha tratado de contribuir a la difusión del uso de fitohormonas, para coadyuvar en la propagación y disminuir costos de producción y reducir las pérdidas de plantines en vivero.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de dos fertilizantes foliares, natural y otro sintético, en la tasa de crecimiento del Pino Limón (*Cupressus macrocarpa var. Gold Crest*), y Pino Azul (*Chamaecyparis lawsoniana var. Ellwoodii*) en el Centro Experimental de Cota

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el fertilizante apropiado para ambas especies de Pino.
- Analizar la respuesta de crecimiento en diámetro, altura y follaje.
- Determinar los costos de producción de plantines del Pino, en la segunda fase de crecimiento en vivero

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Coníferas

Las coníferas son un grupo de árboles atractivos y perenes con un gran valor en la jardinería. Algunas de las características detalladas por Bucsacki, (1997), son muy resistentes, toleran temperaturas de hasta -20°C, tienen mejor comportamiento a pleno sol o sombra ligera, protegido de vientos fríos de joven; tolera casi todos los suelos, pero mejor si son profundos, húmedos y bien drenados; no necesita de poda, pero se realiza

el corte de los setos una vez en verano y en otoño, y se realiza la multiplicación por esquejes semimaduros en primavera.

En la ornamentación de jardines de Europa y Estados Unidos, las coníferas aparecen en primer plano. Se encuentran entre ellas árboles y arbustos de tamaño y portes variados, de una gran diversidad de colores y se prestan a numerosos empleos. Su follaje persistente en casi la totalidad de sus especies, es interesante por el verdor que mantienen en los jardines durante el invierno, cuando los árboles de especies latifoliadas de estas regiones frías son decíduos. Las hojas de las coníferas son relativamente pequeñas y reducidas a agujas o escamas; en las especies de la familia *Cupressaceae*, las hojas son pequeñas y reducidas a escamas, lo que junto con la variedad de colores y formas que presentan las hacen sobresalir como especies ornamentales (Guillen,1975).

3.1.1. Características botánicas de las coníferas

Las coníferas (*Pinophyta* o *Coniferophyta*) son árboles o arbustos dioicos o monoicos con la corteza rugosa o lisa, en placas grandes y gruesas con fisuras o en tiras largas y delgadas, las ramas laterales están bien desarrolladas. Las hojas son simples y pueden ser en forma de aguja, escama, lineares, lanceoladas, a veces oblongas o falcadas. Por lo general las hojas son persistentes por más de un año, pero a veces son deciduas. Su madera posee un xilema compacto compuesto principalmente de traqueidas con paredes gruesas y poros uniseriados o multiseriados. En contraste con angiospermas, el xilema carece de vasos. Frecuentemente presentan canales resiníferos en su madera, la corteza, las hojas o los conos. Los estróbilos o conos, son monoesporangiados. Los conos microesporangiados o polínicos son simples, formados de microesporófilas arregladas en forma de hélice alrededor de un eje central y de 2 a muchos microesporangios ubicados distalmente en la cara abaxial. Los granos de polen en algunas especies presentan sacos aeríferos. Los conos ovulados están formados por un complejo bráctea-escama que se arregla helicoidalmente alrededor de un eje central; sin

embargo, en Podocarpaceae y Taxaceae están típicamente reducidos a 1 o 2 escamas con un solo óvulo. Estos conos son típicamente leñosos (Gernandt y Pérez, 2014).

3.1.2. Origen y distribución

Este grupo está constituido por 7 familias, 60-65 géneros, 600 especies y data de fines del Carbonífero. Sus hojas tienen muchas características de resistencia a la sequía y quizás se hayan originado en el Pérmico, cuando la aridez creciente de todo el mundo debió actuar como un poderoso estímulo evolutivo (Raven, 1992).

Es un grupo botánico de distribución muy amplia y uno de los recursos renovables más importantes del mundo. Se las puede considerar las reinas del reino vegetal porte majestuoso, así como por sus dimensiones. Son las especies forestales dominantes en los climas fríos, en las latitudes altas y en las altas montañas de latitudes medias incluso tropicales. Entre las coníferas se encuentra los árboles más altos y también los más longevos (*sequoia sempervirens* sequoia roja de california). Es propio de las coníferas la resina y sus característicos frutos procedentes de inflorescencias (Bordas, s.f.).

Por su parte Foster y Gifford, (1974) declaran que la historia evolutiva de las coníferas se extiende desde el Carbonífero y el Pérmico hasta el presente.

Es importante mencionar que los *Cupressus* L. comprende 28 especies, abundantes desde Norteamérica hasta América Central, Norte de África hasta China Central. *Cupressus sempervirens* L. crece normalmente en suelos profundos y medianamente sueltos, de humedad media. Se desarrolla mejor en climas templado cálidos. Originaria del este y sur de la cuenca del Mediterráneo. Antiguamente la madera se utilizaba para la construcción de buques y de templos. El nombre del género *Cupressus*, recuerda una leyenda griega donde se relata la historia de "Kuparissos" quien se convirtió en un ciprés; el específico *sempervirens*, lo debe a su follaje siempre verde (Leonardis, 2000).

Chamaecyparis Spach, comprende 8 especies nativas del Este de Asia y Norteamérica. *Chamaecyparis*, del prefijo griego *chamae*, que indica porte pequeño o crecimiento bajo y *kuparissos* que significa ciprés (Guía de Consulta Diversidad Vegetal sf.).

3.1.3. Problemas de conservación de coníferas

Del Castillo et. al (2004), señala que las coníferas como muchas otras plantas nativas, son fuertemente afectadas por las actividades humanas. La destrucción de los ecosistemas naturales y la sobreexplotación de algunas especies son los principales factores que ponen en peligro o amenazan a algunas poblaciones de este grupo y aunque no reciente. Este problema se ha agudizado en los últimos años estos factores los clasificamos de esta manera:

- Sobreexplotación forestal
- Destrucción del hábitat
- Cambio climático
- Incendios forestales
- Plagas
- Huracanes

3.1.4. Genero *Chamaecyparis*

La palabra *Chamaecyparis* proviene del prefijo griego *chamae*, que indica porte pequeño o crecimiento bajo y *Kuparissos* = ciprés. Este género tiene su origen en Estados Unidos, Japón y Taiwán. Puede alcanzar en la naturaleza una altura de más de 50 metros, cultivados en jardines privados raramente llegan a los 25 o 30 metros. La madera una vez liberada de la corteza, es clara. El follaje es verde oscuro y brillante con interminables diseños y tonalidades de hoja, mientras que el tronco suele adoptar formas curvadas. Muchos de ellos son apropiados para pequeños jardines (Ouden, 1978).

En nuestro medio la mayoría de los *Chamaecyparis* se utiliza en diseños de áreas pequeñas como rocallas, jardineras, bonsáis, diseño de jardines, etc.

3.1.4.1. Variedades de *Chamaecyparis*

De este género *Chamaecyparis*, existen varios cientos de variedades con siluetas, colores o disposición de las hojas tan distintas que se diría tienen que ver entre sí. Lo más asombroso es que toda esta diversidad, que puede encontrarse en la mayor parte de los jardines, ha sido obtenida a partir de tan sólo cuatro especies puras de este árbol, dos americanas y dos japonesas. Como en la mayor parte de las coníferas, estos árboles experimentan cambios en su coloración en función de la estación del año en que se encuentren.

La razón de tanta diversidad se debe a que los *Chamaecyparis* tienen una tendencia natural a dar mutaciones y formas distintas de manera espontánea. Esto sucede en ocasiones sólo sobre unas ramas o una parte del ejemplar, pero cuando ocurre así, es fácil que el viverista esté atento y dispuesto a obtener algunos esquejes, enraizarlos y ver pasado un tiempo, cuál es su aspecto y comportamiento. Por esta razón, las variedades no se multiplican por medio de semillas, sino a través de métodos vegetativos (Hernández, 2006).

Bordas (s. f.) Declara que las *Chamaecyparis* corresponden a coníferas de hojas planas y bayas más pequeñas. Diversos tamaños, formas y colores.

3.1.4.2. Necesidades climáticas del *Chamaecyparis*

Bordas (s. f), aconseja no cultivarlo en el mediterráneo debido a que no les gusta la cal de estos suelos y agua. Existen variedad de colores: verdes, amarillos, azules, uniformes y matizados. Ideales para formar pantallas vegetales, barreras vegetales o contra vientos por su tipo de hoja. Han sufrido muchas enfermedades los cupressus macrocarpa y

arizonica. Evitar trasplantar cipreses en invierno pues el frío más las bajas temperaturas pueden provocar la deshidratación y en consecuencia la muerte.

3.1.4.3. Características botánicas del *Chamaecyparis* var. *Ellwoodii*

Árbol de gran talla, perennifolio, monoico que puede alcanzar 60 m de altura en estado silvestre, con copa cónica y guía terminal siempre inclinada. Corteza pardusca reluciente, con profundas grietas longitudinales irregulares. Hojas escamiformes opuestas y decusadas, dispuestas en cuatro filas, imbricadas, las laterales con el ápice levantado. Son de color verde claro, con la cara inferior un poco blanquecina. Inflorescencias masculinas de color carmín y las femeninas de color verde azulado, conos globosos, cortamente pedunculados, de 8 – 10 mm de diámetro, con 8 – 10 escamas peltadas. Son de color verde glauco, pasando a marrón con la madurez. Cada escama con 2- 4 y 5 semillas aladas. (Ouden, 1978).

3.1.4.4. Taxonomía del *Chamaecyparis*

Reino: *Vegetal.*

Orden: *Pinales*

Clase: *Pinatae*

Familia: *Cupressaceae*

Género: *Chamaecyparis*

Especie: *C. Lawsoniana* var. *Ellwoodii*

3.1.5. Genero *Cupressus*

El género de 17 especies y ocho variedades de árboles o arbustos. Se distribuye del SW de Norteamérica a Honduras, en la región del Mediterráneo, el Himalaya y China. Crece en una gran variedad de ambientes que incluye costas húmedas, desiertos y alta montaña (Farjon, 1998).

Las especies tienen ramillas generalmente en cuatro series, hojas escamiformes romboideas, conos femeninos globosos, dehiscentes, constituidos por escamas persistentes, gruesas, leñosas y semillas aladas. Las poblaciones generalmente son pequeñas, presumiblemente por tener un sistema de dispersión de semilla muy restringido (Grant, 1975).

3.1.5.1. Origen y generalidades del *Cupressus macrocarpa* var. *Gold Crest*

Según Conifer Specialist group el origen es California en los Estados Unidos. La planta de *Cupressus macrocarpa Gold Crest* es un ciprés columnar elegante, uno de los mejores de forma oval abultado simétrico, hermosamente proporcionado. Es uno de las mejores coníferas doradas y especialmente en invierno cuando el color se acentúa más. Desde luego para llegar a esta forma requiere años (The plant Finder's Enciclopedia, 2003-2006).

El cedro limón requiere sol completo, es de condiciones medianamente secas a secas, follaje siempre verde. Las hojas son amarillas en verano, el fruto es negro en la estación de otoño, es resistente a la sequía y tolerante a la salinidad (The Virtual Tag, 2007).

El ciprés goldcrest se cultiva en exterior e interior. El follaje posee un olor a limón muy característica en estas plantas (Cabrera et. al, 2007).

El cedro limón es un árbol parecido al ciprés común con estructura columnar cuando es joven de tronco único y corpulento, de unos 25 – 30 m de altura. Humphrey (1991), indica que su copa tiene forma cónica que después de haber perdido las ramas bajas adquiere una forma más amplia, a veces aplanada. Con ramificación ascendente de longitudes irregulares, formando un Angulo de 45 grados con el tronco.

3.1.5.2. Requerimientos ambientales del *Cupressus Cedro Limón*

Requiere un sitio con bastante luz como sea posible, en condiciones frescas con bastante humedad, no es recomendable regar sistemáticamente cada cierto número de días considerando la humedad del suelo ya que el cultivo de ciprés gold crest se corre el riesgo de que se pudran las raíces o la base de la planta se torna color marrón. El Cedro Limón se fertiliza con nitrofoska líquida de 30 a 40 ml por bomba de 25 L, una vez por semana o también con sulfato de amonio, para combatir los principales problemas que se presentan los cuales son ácaros y phomopsis (Cabrera et. al, 2007).

Es una especie poco exigente en suelos salinos en cercanía al mar, pero pueden plantarse en altitudes mayores a los 2000 msnm. Se cultiva en todo el mundo por sus valores ornamentales, de cortinas rompevientos y de sombra (Humphrey, 1991).

3.1.5.3. Taxonomía del *Cupressus macrocarpa var. Gold Crest*

Reino: *Plantae*

División: *Pinophyta*

Clase: *Pinopsida*

Orden: *Pinales*

Familia: *Cupressaceae*

Género: *Cupressus*

Especie: *C. Macrocarpa var. Goldcrest*

3.2. Importancia de la fertilización foliar

Actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y en ningún momento sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que las dosis de aplicación que pueden suministrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación con los niveles de fertilización utilizados por los cultivos para alcanzar altos rendimientos y los ornamentales no son una excepción. Los nutrimentos deben penetrar la cutícula del

follaje o los estomas para entrar en la planta. Este método de fertilización provee una utilización más rápida de los nutrimentos y permite la corrección de deficiencias de nutrimentos en menor tiempo que se realiza por aplicación al suelo.

La justificación de la fertilización foliar se da cuando se tiene una limitante muy severa a nivel radicular que afecta la absorción y eficiencia de nutrimentos aplicados al suelo. Una vez aplicados los fertilizantes al suelo, estos sufren una serie de reacciones y transformaciones y están sujetos a procesos que determinan pérdidas importantes de los nutrimentos a quedar fuera del alcance de las raíces. Dentro de estos procesos se tiene a la lixiviación, que es la pérdida de nutrimentos por arrastre por el agua tanto a nivel horizontal como vertical en el suelo. Dentro de los elementos más fácilmente lixiviados está el nitrógeno, principalmente en su forma nítrica (NO_3^-), por ser un anión débilmente retenido y muy móvil en el suelo.

El potasio, aunque en menor proporción que el nitrógeno, también se pierde por lixiviación. Sin embargo, su condición de catión le facilita una relativa estabilidad en el suelo. El fósforo, por ser un elemento poco móvil, las pérdidas por lavado son menores. Otros elementos como el calcio, magnesio, azufre también están sujetos a la lixiviación. La magnitud de las pérdidas de nutrimentos por lixiviación en el suelo depende de varios factores entre los que se destacan:

- Frecuencia e intensidad de las lluvias
- Textura y estructura del suelo
- Tipo de arcilla predominante
- Contenido de materia orgánica
- Uso y manejo del suelo
- Tipo de fertilizante aplicado

Los factores anteriormente mencionados disminuyen la disponibilidad y eficiencia de los nutrimentos adicionados al suelo. Bertsch (1995), indica que la eficiencia de la fertilización

nitrogenada, fosfórica y potásica, oscila entre 50 y 70%, 30 y 50%, y entre 60 y 80% respectivamente.

La fertilización foliar también es muy importante para suplir nutrimentos en los momentos de mayor demanda y que las condiciones del suelo no permite suministrar adecuadamente. Las curvas de absorción de nutrimentos, demuestran que las plantas dependiendo de su especie, requieren más nutrimentos en diferentes estados fenológicos, como es el caso del nitrógeno cuya demanda se incrementa durante los períodos de crecimiento acelerado, floración y fructificación y del fósforo durante el desarrollo radical. El potasio aumenta su requerimiento durante el proceso de producción de la planta. Es en estos momentos, donde la fertilización foliar como complemento puede cumplir un papel muy especial para obtener mayor productividad.

El estado nutricional es un factor muy importante en la resistencia o susceptibilidad de la planta a las enfermedades, al igual que plantas con exceso de ciertos nutrimentos pueden estar predispuestas también (Piening, 1989). Los elementos minerales en la planta están directamente relacionados con todos los mecanismos de defensa de la planta al ser componentes de las células, sustratos, enzimas, acarreadores de electrones, o como activadores, inhibidores y reguladores del metabolismo (Hubber, 1980).

Altos contenidos de nitrógeno generalmente aumentan la resistencia a patógenos facultativos en tejidos tiernos, pero aumenta la susceptibilidad a patógenos obligados (Kiraly, 1976). Esta diferencia de respuesta es el resultado de la diferencia en requerimientos nutricionales de los dos patógenos. Patógenos obligados requieren de asimilados suministrados por las células vivas mientras que los patógenos facultativos son semisaprófitos que prefieren los tejidos senescentes o producen toxinas que dañan o matan las células. Por esta razón, cualquier factor nutricional que mantenga las actividades metabólicas y sintéticas de las células de las plantas, aumentan la resistencia a los patógenos facultativos (Marschner, 1995). Aun cuando el fósforo está relacionado con procesos vitales para la planta, su papel en la resistencia a enfermedades es muy

variable y un poco inconsistente (Kiraly, 1976). La literatura indica una amplia relación entre el potasio y la resistencia a enfermedades. Generalmente, la fertilización con potasio reduce la intensidad de varias enfermedades infecciosas causadas por patógenos facultativos y obligados.

Aliaga (2019), nos dice por qué utilizar fertilizantes orgánicos, porque se están degradando los suelos debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos, y hace que la producción, cada día, sea menor y la presencia de plagas y enfermedades se torne incontrolable. Esto, además, eleva los costos de producción, contamina el medio ambiente y es dañino para la salud.

Por eso es fundamental contar con un programa de fertilización variado y completo, siendo la alternativa el uso de fertilizantes orgánicos que protejan y desarrollen la vida de los microorganismos y mejoren la estructura del suelo: Es decir damos vida al suelo.

3.3. Fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos se clasifican de acuerdo al tipo de aplicación. Unos que son aplicados directamente al suelo y otros que se aplican en forma foliar a las plantas.

Los principales abonos orgánicos utilizados son:

- Compost.
- Humus de Lombriz.
- Estiércol de animales.
- Abonos verdes
- Biofertilizantes
- Bioles o abonos foliares, dentro de ellos tenemos: BIOL, té de compost o de guano, purines, entre otros.

De estos fertilizantes orgánicos, el BIOL es el que se está elaborando y aplicando en la Estación Experimental de Choquenaira, con buenos resultados en la producción de forrajes, lechuga, rabanito, entre otros cultivos.

3.3.1. Biol

Aliaga (2019), nos indica que la elaboración del biol es por la descomposición y /o fermentación aeróbica de diversos materiales orgánicos (animal y/o vegetal) y minerales. De esta fermentación resulta un residuo líquido y otro sólido. El residuo líquido es usado como abono foliar y preventivo natural de plagas y enfermedades, y la parte sólida se usa incorporándolo al suelo directamente.

Puede ser utilizado para múltiples cultivos sean de ciclo corto (todo tipo de hortalizas), anuales (papa, cereales, quinua, etc.), perennes (alfalfa, pastos), cultivados (plantas ornamentales, etc.), frutales (piña, planta mango, papaya, etc.) con aplicaciones dirigidas al follaje. Se emplean bioles para la recuperación pronta de las plantas dañadas por factores climáticos (heladas y granizadas).

3.3.1.1. Composición del biol

Generalmente un biol tiene la siguiente composición, la misma que puede variar mínimamente según los materiales orgánicos utilizados.

Cuadro 1. Composición del biol

NUTRIENTES	UNIDADES	RESULTADO
NITROGENO	%	0.12
FÓSFORO	ppm	8.6
POTASIO	ppm	112
CALCIO	%	0.51
MAGNESIO	%	1.17
BORO	ppm	0.12
PH		3.59

Fuente: Recopilación propia (2021)

Además, este fertilizante orgánico está compuesto por hormonas que activan el crecimiento y desarrollo de las plantas, llamadas fitorreguladores las que:

- Estimulan la formación de las raíces.
- Inducen a la floración.
- Inducen a la fructificación.
- Estimulan el crecimiento o detiene el mismo.
- Otros aceleran la maduración.

3.3.2. Fertilizantes sintéticos

Los programas de fertilización varían de acuerdo a las condiciones del suelo, el material genético a utilizar, las condiciones de cultivo (a campo abierto o bajo cobertura), la temporada de siembra y la disponibilidad de riego entre otros; sin embargo, se emplean dos métodos para establecer las necesidades de fertilización, basados en función de la extracción del cultivo y en base a una solución nutritiva (FASAGUA, 2007).

3.3.2.1. Fitohormonas reguladoras del crecimiento vegetal

Las Fitohormonas reguladoras de crecimiento vegetal o fitohormonas se conocen desde 1937, cuando el término era sinónimo de auxina. Tiempo después, las auxinas en compañía de las giberelinas, las citoquininas, el etileno y el ácido abscísico fueron atribuidas como las cinco clásicas. Las fitohormonas son sintetizadas no solo por plantas, sino por microorganismos, incluidos bacterias, hongos y actinomicetes (Tudzinzki y Sharon, 2002).

En general las auxinas son obtenidas por síntesis química, por lo cual la síntesis microbiológica de estas sustancias resulta de gran importancia pudiendo constituir una

alternativa viable en el contexto de una agricultura ecológica (Castillo, 2005). Las giberelinas son fitohormonas reguladoras de crecimiento vegetal en diversos procesos metabólicos (Rojas, 1993)

3.3.2.1.1. Usos de fitohormonas reguladores de crecimiento en la agricultura

Los inductores de crecimiento vegetal, en especial los del grupo de las auxinas, son utilizadas en la agricultura muy frecuentemente por su capacidad de regular procesos fisiológicos de la planta (Arteca, 1996).

El ácido giberélico realiza diversas funciones, entre ellas pueden citarse: incrementa la división y elongación de las células, debido a que tras la aplicación de giberelinas se incrementa el número de células y la longitud de la misma; estimula el desarrollo de frutos partenocárpicos; además el ácido giberélico induce el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos (Weaver, 1985).

3.3.2.2. Súper macollo

Es un producto formulado especialmente para obtener mayor desarrollo y crecimiento de las plantas. Estimula el desarrollo radicular y permite una mejor nutrición a la acción metabólica del cultivo, obteniendo un excelente macollamiento.

Súper macollo es un fertilizante foliar líquido denso altamente humectable con el agua y representa un nuevo y eficaz medio para incrementar las cosechas; sus principales componentes son elementos mayores NPK nutrientes, fitohormonas y un humectante que facilita la absorción a través de las hojas y llevarlos a todo el sistema radicular, permite a la planta utilizar mejor los elementos nutritivos y brinda a las hojas provisiones adicionales de nutrientes durante las etapas críticas de crecimiento y formación de frutos.

3.3.2.2.1. Composición del Súper macollo

El Super Macollo tiene la siguiente composición:

Cuadro 2. Composición del Super macollo

COMPOSICIÓN QUÍMICA		
NITRÓGENO	N	20%
FOSFORO	P2O5	20%
POTASIO	K2O	6%
micronutrientes		5%
coadyuvantes - inertes		49%
MICRONUTRIENTES		
MAGNESIO	MgO	0.5%
HIERRO	Fe	0.026%
COBRE	Cu	0.03%
ZINC	Zn	0.03%
BORO	B	0.05%
Trazas de fitohormonas		

Fuente: etiqueta fertilizante foliar Super Macollo

3.4. Sustrato

Un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que encontramos tierra Vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra del lugar (Fossati, 1996). El término “sustrato”, que se aplica en la producción, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que, colocado en contenedor, de forma pura o mezclada, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada.

Arriaga et al. (1994), mencionan que el sustrato debe presentar consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena

capacidad de retención de humedad. Fertilidad adecuada, libre de sales y materia orgánica no mineralizada.

Las texturas más adecuadas para instalar un vivero forestal son las arenosas y las francas. En general, se puede proponer como limitante un contenido en limo o arcilla superior al 15% cada uno de ellos. El motivo de esta limitación es que cuando existe impermeabilidad se pueden producir encharcamientos tras las precipitaciones, con riesgos para las plantas y dificultad en las tareas de cultivo. La impermeabilidad es difícilmente corregible, mientras que el mayor inconveniente de las texturas arenosas, escasa capacidad de retención de agua, se puede compensar aumentando las dosis y frecuencias de riego (Serrada, 2000).

Por su parte Goitia (2009), sugiere que las mezclas del sustrato varían en función a la especie a implantarse y la disponibilidad, se utilizan normalmente tres partes de tierra vegetal, dos partes de tierra del lugar y una parte de limo, al cual se puede adicionar una parte de abono.

3.4.1. Desinfección del sustrato

Es necesario e importante desinfectar los sustratos para almácigos debido a que un hongo o enfermedad podría eliminar miles de plántulas (Fossati, 1996). Para la desinfección del sustrato se utilizan diferentes procedimientos, el más general y efectivo es utilizar formol o formalina al 10 %, aplicar sobre el sustrato, cubrir durante 24 o 48 horas con un plástico de color negro de preferencia y después airear 24 horas, para proceder a la siembra. Otros métodos consisten en la utilización de agua hirviendo, ácido sulfúrico al 10%, ácido nítrico al 10%, bicloruro de mercurio al 2 por 1000, entre todos (Goitia, 2008).

Galloway y Borgo (1985), mencionan que para prevenir el ataque de la chupadera hay que desinfectar el sustrato antes de cada siembra. Para ello se aplica una mezcla de 250cm³ de formalina (formol) al 40%, en 15 litros de agua para 3 m² de almacigo,

cubriendo bien el suelo con plástico durante unas 48 horas. Luego de quitar la cubierta se puede sembrar la semilla cuando el olor de la formalina haya desaparecido, lo que pueda ocurrir a las 48 horas de su aplicación.

Los mismos autores recomiendan que luego de la germinación, si aparece algún foco de infección de “damping-off”, se le puede controlar con aplicaciones alternadas cada 15 días (según la intensidad de infestación) de efecto con cupravit al 3% y rhizoctol-P al 0.3%.

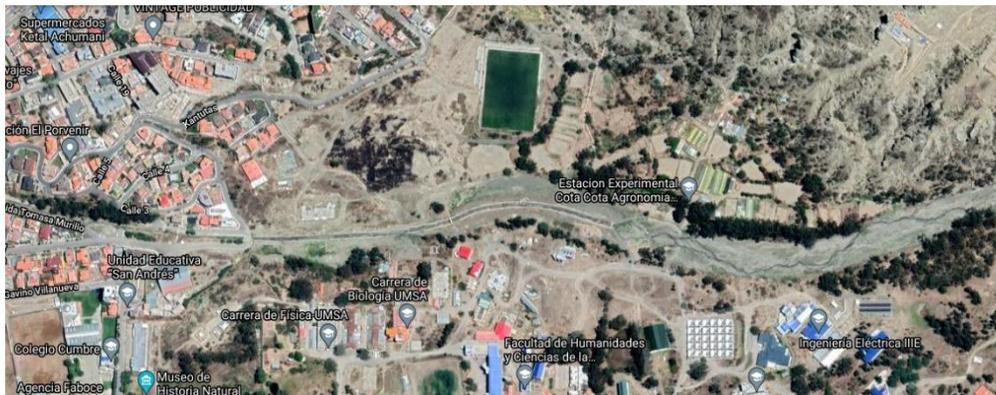
4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización

4.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, ubicado en la zona Sur de la ciudad de La Paz, a una altitud de 3445 m.s.n.m., y está a 16° 32' 04" de Latitud Sur y 68° 03' 44" de Longitud Oeste.

Figura 1. Área de investigación Estación Experimental Cota Cota



Políticamente se encuentra ubicado en el Municipio de Nuestra Señora de La Paz, provincia Murillo del departamento de La Paz.

4.2. Características climáticas

Se tomó como referencia los datos proporcionados por el Centro Experimental de Cota Cota, que señala una temperatura máxima de 21°C, temperatura media de 11.5 °C y una temperatura mínima de -0,6 °C, con las precipitaciones de 488.53 mm. Una humedad relativa de 64%.

4.3. Materiales

4.3.1. Material Biológico

- Plantines de Pino Limón (*Cupressus*), previamente enraizados
- Plantines de Pino Azul (*Chamaecyparis*), previamente enraizados

4.3.2. Material de campo

- Platabandas en vivero
- Macetas
- Sustrato (humus y tierra vegetal)
- Regaderas
- Herramientas de vivero

4.3.3. Fertilizantes foliares

- Natural: Biol

Preveniente de fermentación de heces de vaca y elaborado por la Estación Experimental de Choquenaira.

- Sintético: súper macollo

Es un fertilizante líquido foliar de muy baja toxicidad al hombre y al animal con micronutrientes (MgO, Fe, Cu, Zn, B) y fitohormonas

4.4. Metodología

4.4.1. Instalacion de platabandas

Al inicio del trabajo se realizó la preparación de platabandas para ello se siguió los pasos y modelo señalados por Mesen (1998).

La estructura esquelética se armó con material de carpintería como ser madera, clavos, alambre etc. Las medidas establecidas fueron:

- Altura trasera: 100 cm
- Altura frontal: 50 cm
- Largo: 200 cm
- Ancho: 100 cm

Posterior a esto se hizo el trazado y delimitación para las unidades experimentales según el croquis

4.4.2. Preparacion del sustrato

En el presente trabajo de investigación se utilizó humus de lombriz más el suelo de la estación experimental, se mezcló con una pala para que la misma sea homogénea, después se añadió un poco de agua para que la mezcla este húmeda, evitando el exceso de este líquido.

4.4.3. Desinfección de sustrato

Luego que se preparó el sustrato se hizo una desinfección recomendada con formol al 5% para evitar la propagación de patógenos que pudiesen interrumpir el proceso de enraizado de los esquejes, la cama de sustrato reposo un periodo de 24 horas cubierta de plástico impermeable.

4.4.4. Repique de plantines en macetas

Luego de la desinfección se procedió al repicado de la siguiente manera; primero regamos el sustrato donde tenemos los plantines para que la extracción sea más fácil y no rompamos raíces.

Para lo cual dar ligeros golpes a la bandeja desde abajo para que el cepellón se suelte de las paredes y podamos sacarlo con facilidad, No ejercer mucha presión sobre el tallo al tirar porque puede llegarse a aplastar y romper.

Después se procedió a hacer un pequeño hoyo en las macetas para luego introducir los plantines. Cerramos el hoyo para asegurar el contacto de la raíz con el sustrato. El nuevo sustrato deberá tener la humedad adecuada a la hora del repicado.

Terminado el repicado se rego un poco el sustrato sin mojar las hojas. Para luego continuar su crecimiento, y nos permite una selección en función de la calidad y tamaño.

4.4.5. Riego

En este estudio el riego se realizó mediante regadera manual que permite un riego más suave, para evitar dañar la tierra o los plantines. Se procedió a una frecuencia de riego cada 3 veces por semana ya que el pino limón tiende a ser delicado al momento que le falta el riego, por cuanto haciendo revisiones periódicas el sustrato estuvo húmedo todo el tiempo.

4.4.6. Prevención fitosanitaria

Para el establecimiento de los plantines no se hizo ningún tipo de desinfección puesto que los mismos provienen del vivero de Aranjuez y ya están tratadas previamente. Para evitar cualquier tipo de plagas y enfermedades en el transcurso del estudio se realizó una inspección y observación permanente, en el cual no se registró ningún tipo plagas ni enfermedades que pudieran poner en riesgo el estudio.

4.4.7. Seguimiento de los tratamientos

Se tomaron datos de la investigación cada 15 días con materiales como ser regla, vernier, cuadernos, balanza, etc.

4.5. Diseño experimental

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el Diseño Experimental de Completamente al azar con arreglo bifactorial con tres repeticiones (Ochoa, 2009).

Siendo los tratamientos los siguientes:

Factor "A": Dos especies de coníferas (*Chamaecyparis* y *Cupressus*)

Factor "B": Los dos fertilizantes foliares

Siendo el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto de la i-ésima variedad de coníferas

β_j = Efecto del j-ésimo tipo de concentración de fertilizantes

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de coníferas y concentración de fertilizantes

ε_{ijk} = Error experimental

4.5.1. Factores y Tratamientos

A1: Pino Limón (*Cupressus macrocarpa* var. *Gold Crest*)

A2: Pino Azul (*Chamaecyparis lawsoniana* var. *Ellwoodii*)

B1: Testigo (sin fertilizante)

B2: Biol al 30%

B3: Super Macollo 2ml/400ml

Cuadro 3. Factores y tratamientos

FACTOR A ESPECIES DE PINO	FACTOR B FERTILIZANTE	COMBINACION DE FACTORES	TRATAMIENTO
Pino Limón	Testigo	PL-T	T1
Pino Limón	Biol al 30%	PL-B	T2
Pino Limón	super macollo 2ml/400ml	PL-SM	T3
Pino Azul	Testigo	PA-T	T4
Pino Azul	Biol al 30%	PA-B	T5
Pino Azul	super macollo 2ml/400ml	PA-SM	T6

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.6. Croquis experimental

El trabajo de investigación se realizó bajo el siguiente croquis experimental.

Cuadro 4. Combinación de factores y formación de tratamientos

PINO AZUL			PINO LIMON		
fertilizante foliar	testigo	biol	biol	biol	fertilizante foliar
testigo	fertilizante foliar	testigo	testigo	fertilizante foliar	biol
biol	biol	fertilizante foliar	fertilizante foliar	testigo	testigo

4.7. Variables de estudio

✓ **Características físico – químicas del sustrato**

Se hizo el análisis físico químico del sustrato en la facultad de agronomía en el laboratorio de fisiología vegetal

✓ **Características de los fertilizantes foliares**

Se obtuvo los datos de los fertilizantes foliares tanto del biol como del super macollo en la composición que presentaba en la etiqueta del fertilizante foliar (super macollo) y la composición del fertilizante natural (biol) de la estación Experimental De Choquenaira

✓ **Variables climáticas en el periodo de estudio**

Se obtuvo los datos de temperatura, humedad de la base de datos del centro experimental cota cota.

4.7.1. Variables de respuesta

4.7.1.1. Variables morfológicas

- **Altura de planta**

Para la variable de respuesta altura de planta, se midió con la ayuda de una regla milimetrada desde la base del sustrato hasta el ápice esta evaluación se la realizo con bastante cuidado ubicando una sola posición y base para la regla milimetrada y de esta forma no pueda haber error. Esta acción se realizó cada quince días durante doce semanas tiempo que duro el estudio.

- **Diámetro de tallo**

Para la variable de respuesta diámetro de tallo, se midió con la ayuda de un vernier milimetrada en el cuello de la planta, esta evaluación se la realizo con bastante cuidado ubicando una sola posición y de esta forma no pueda haber error. Esta acción se realizó cada quince días durante doce semanas tiempo que duro el estudio.

- **Emisión de ramas**

En la cantidad de ramas se realizó un conteo y registro de las ramas ya formadas por planta de cada uno de los tratamientos, esta evaluación fue realizada cada quince días durante doce semanas tiempo que duro el estudio.

4.7.1.2. Variables económicas:

Análisis económico de costos parciales por tratamientos

Para finalizar se realizó el análisis económico en forma de costos parciales por tratamiento, contemplando el costo variable de producción y el ingreso por venta del rendimiento del cultivo, por ende, el análisis económico permite dar las mejores alternativas al campesino productor, utilizando el método CIMMYT (1998) para este efecto.

Rendimiento ajustado

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en

un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia que existe entre la ventaja del rendimiento experimental controlada y la producción tradicional o en una producción comercial a pequeña escala por parte de los productores de ornamentales que podría lograr con ese tratamiento.

Beneficio Bruto (BB)

Es llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto (CIMMYT, 1998).

Donde:

$$\mathbf{BB = R \times PP (Ec. 1)}$$

BB = Beneficio Bruto (Bs)

R = Rendimiento Ajustado (Bs) PP = Precio del producto (Bs)

- Beneficio Neto (BN)

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CV).

$$\mathbf{BN = BB - CV (Ec. 2)}$$

Donde:

BN = Beneficios Netos (Bs) CV = Costos de producción (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

Costos variables (CV)

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados y la

mano de obra utilizada para las actividades productivas, que varían de un tratamiento a otro.

Relación Beneficio Costo (B/C)

La relación de Beneficio/Costo es la comparación sistemática previa a una inversión, es decir si es factible realizar o rechazar una inversión en un determinado rubro considerando los costos totales de producción y los beneficios brutos a obtenerse, para esto se tienen las siguientes relaciones:

Si el valor de B/C es mayor a 1 = Inversión aceptada

Si el valor de B/C es igual a 1 = Inversión dudosa

Si el valor de B/C es menor a 1 = Inversión rechazada

$$\mathbf{B/C = BB / CP (Ec. 3)}$$

Donde:

B/C = Beneficio Costo (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de Producción (Bs)

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación estableció el efecto ganancia de follaje en dos especies coníferas con dos tipos de fertilizantes foliares para ello se tomaron las

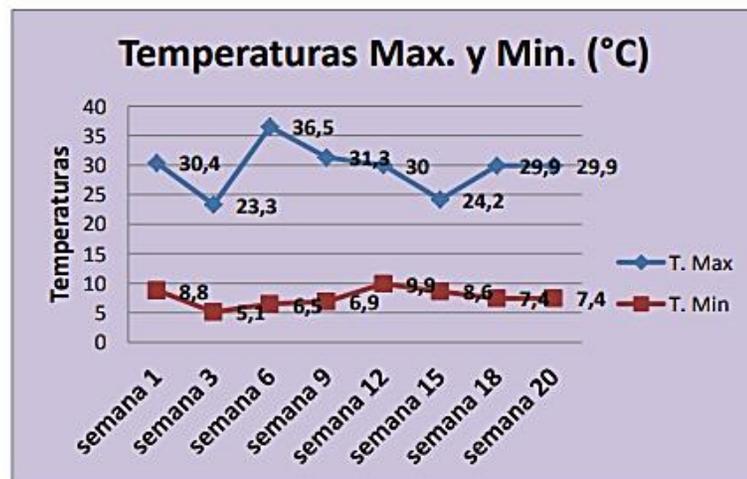
siguientes variables de respuesta: (Altura de planta, Diámetro de tallo, Emisión de ramas. El estudio tuvo una duración de cinco meses (veinte semanas) tiempo en el cual se realizó el monitoreo de la temperatura y humedad relativa. Al final del experimento se realizó el respectivo análisis de varianza para cada variable de respuesta

5.1. RESULTADOS DE VARIABLES DE ESTUDIO

5.1.1 Comportamiento de la temperatura

Las variaciones de temperatura durante el experimento registraron máximas y mínimas por mes mostrados en la siguiente figura, donde muestran las fluctuaciones a lo largo del desarrollo y ganancia de follaje. Estas temperaturas se registraron con un termómetro digital, el cual se ha ubicado al centro del ambiente protegido.

Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas



En esta figura, se observa que la temperatura máxima más alta fue de 36,5 °C que se presentó en la sexta semana. La temperatura más baja, se registró en la tercera semana con 5,1 °C, en promedio en ambas variables. Las temperaturas máximas y mínimas registradas estuvieron dentro de los rangos recomendados en la revisión de literatura, ya que para los plantines de coníferas Kirkpatrick (2011) afirma que los resultados óptimos

de crecimiento se encontraron bajo un rango de 15,5 °C durante la noche y 23,8 °C durante el día.

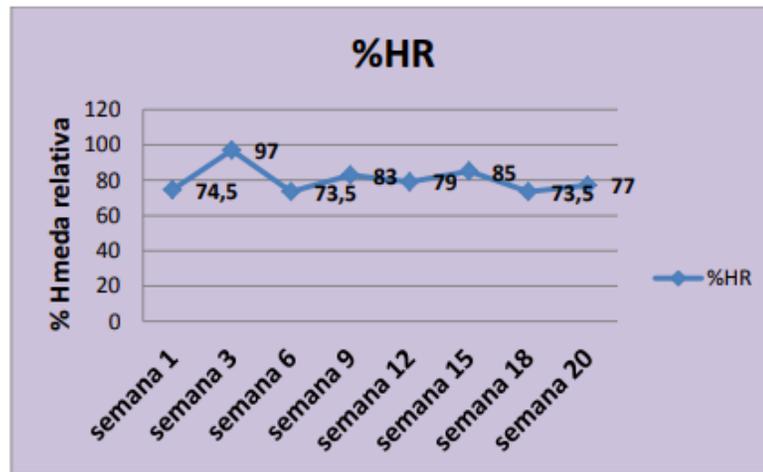
Henríquez (2004), menciona que la temperatura debe mantenerse entre 27 y 29 °C y no pasar de 30°C, La humedad debe mantenerse alta, entre 60 y 80% aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal.

Sin embargo, Flores (2010), encontró en sus experimentos en ambientes controlados temperaturas de 21,7°C hasta 32,8 °C y la humedad relativa media entre 56% y 93%, al interior de la cámara y concluye que las condiciones del microclima en el interior de la cámara, fueron apropiadas para alcanzar los altos promedios en el porcentaje de crecimiento y sobrevivencia.

5.1.2 Comportamiento de la humedad relativa

En la Figura 3 Se puede observar el comportamiento de la humedad relativa, la cual oscila entre 70% y 90%, datos que han sido promediados entre los máximos y los mínimos. Al respecto, Henríquez (2004), señala que la humedad debe mantenerse alta; entre 60% y 80% aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal.

Figura 3. Comportamiento del porcentaje de la humedad relativa.



Flores, (2010), contribuye con su trabajo afirmando que la humedad relativa media 56% y 93%, fueron apropiados para alcanzar los altos promedios en el porcentaje de crecimiento y sobrevivencia.

El micro ambiente ejerce una poderosa influencia crítica en el crecimiento por eso es importante mantener niveles óptimos de humedad temperatura (Mesen 1998).

Por tanto, los datos registrados están en los niveles óptimos según varios autores, también se puede justificar la sobrevivencia y ganancia de follaje de los plantines aun de los que no lograron ganar más altura.

5.1.3 Características físico – químicas del sustrato

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía presenta los siguientes resultados de los datos más básicos:

Cuadro 5. Características físico – químicas del sustrato

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Clase Textural	-	Franco Arenoso

Ph	-	6.84
<u>Conductividad Eléctrica</u>	<u>mmho/cm</u>	<u>3.36</u>

La textura del sustrato permite afirmar que el mismo es adecuado para el plantin de pino. A respecto, Ramos Mamani (2011), señala que el sustrato debe ser suelto ligeros arenosos-arcillosos, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica. Merino Jiménez (2015), afirma que los mejores sustratos para ciprés son los sustratos sueltos.

El pH de 6.84 que se categoriza como neutro, resulta también un nivel adecuado, porque la respecto, Rovere (2000), indica que el pH óptimo para el ciprés es el neutro, siendo el ideal para el pino varía desde 6.0 hasta 6.8. Niveles de pH menores de 5.5 pueden afectar la disponibilidad de algunos nutrimentos tales como el calcio, fósforo, magnesio y molibdeno.

La conductividad eléctrica es de 3.36 mmho/cm, es tolerable para un plantin de pino Ramos Mamani, A. A. (2011). En sus investigaciones no refuta dicha afirmación.

5.2 RESULTADOS DE VARIABLES DE RESPUESTA

5.2.1 Altura de planta

Para los datos en la altura de planta se realizó un análisis de varianza con un margen de error del 5%, como se muestra en el cuadro 6, con un coeficiente de variabilidad de 8,45% el cual refleja que hubo un buen manejo de las unidades experimentales e indica que los datos son confiables, ya que se encuentra por debajo de 30% (Calzada, 1970).

Se puede apreciar que la diferencia es no significativa en cuanto a los bloques, motivo por el cual se acepta la hipótesis nula indicando que ningún factor externo ocasiona un cambio en la altura (cm) de la planta.

Por otro lado, se observa que tanto el Factor A: especies de pinos y el Factor B: Tipos de Fertilizantes, en relación a la variable de respuesta Altura de Planta son altamente significativas, indicando que se acepta la hipótesis alterna la cual quiere decir que al menos una especie tiene ventaja en la altura y al menos uno de las diferentes fertilizantes aplicados ocasiona un cambio en la altura (cm) de planta y, finalmente, muestra un resultado no significativo en cuanto a la interacción de factores (A*B) donde se observa que ninguna de las dosis en mezcla de la variedad ocasionan diferentes efectos de crecimiento.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	223,44	7	31,92	20,63	<0,0001	
bloques	3,71	2	1,85	1,2	0,3415	NS
Especies de Pino	69,23	1	69,23	44,75	0,0001	**
Fertilizantes	143,68	2	71,84	46,44	<0,0001	**
Especies de Pino*Fertilizantes	6,82	2	3,41	2,2	0,161	NS
Error	15,47	10	1,55			
Total	238,91	17				

C.V.= 8,45%, (*) = Significativo, (**) = Altamente significativo, (NS) = No significativo

En el cuadro 7 Se puede apreciar la prueba de medias DUNCAN con un margen de error del 5% para ver las diferencias de alturas entre la interacción de las especies de pinos en relación a los fertilizantes que se utilizó en el presente trabajo.

Cuadro 7. Comparaciones de medias DUNCAN para la altura de plantas.

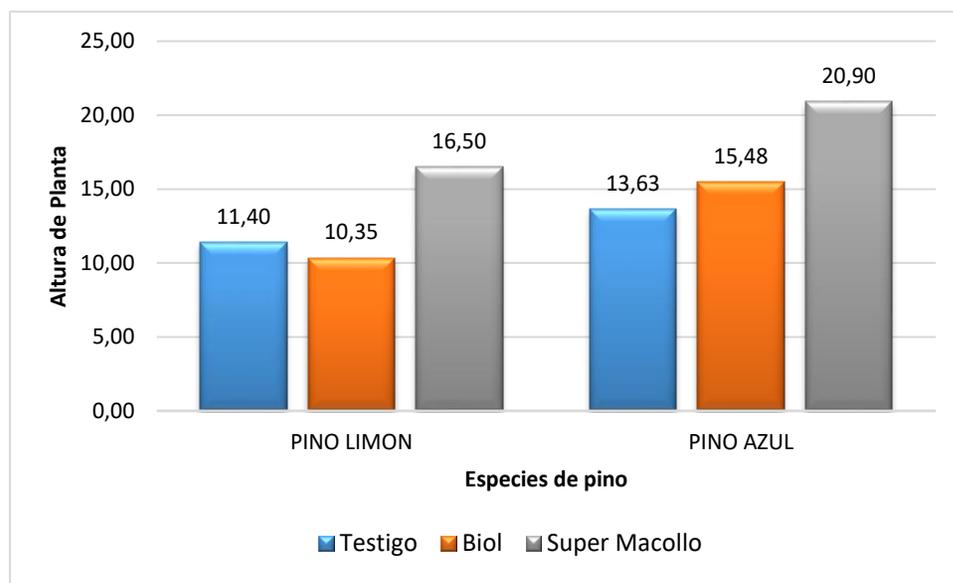
Especie de Pino	Fertilizantes	Medias	n	E.E.
PINO AZUL	Super			
	Macollo	20,9	3	0,72 A

PINO LIMON	Super				
	Macollo	16,5	3	0,72	B
PINO AZUL	Biol	15,48	3	0,72	B C
PINO AZUL	Testigo	13,63	3	0,72	C D
PINO LIMON	Testigo	11,4	3	0,72	D E
PINO LIMON	Biol	10,35	3	0,72	E

Medias que presentan la misma letra dentro de cada columna, son similares estadísticamente.

En este cuadro se aprecia en primer lugar, que el Tratamiento T6 (Pino Azul y Super Macollo 2ml/400ml) muestra la mejor combinación para la variable altura de planta, obteniéndose 20,9 cm en promedio, en segundo lugar se tiene al Tratamiento T3 (Pino Limón y Super Macollo 2ml/400ml) con 16,50 cm de altura seguido del Tratamiento T5 (Pino Azul y Biol al 30%) con 15,48 cm de altura, el Tratamiento T4 (Pino Azul y Testigo) con 13,63 cm, por otro lado el Tratamiento T1 (Pino Limón y Testigo) con 11,40 cm y en último lugar se tiene al Tratamiento T2 (Pino Limón y Biol al 30%) que se deduce como la peor combinación con una altura de 10,35 cm en promedio.

Figura 4. Altura de Planta



El Tratamiento T6 (Pino Azul y Super Macollo 2ml/400ml), el cual está revelando una mejor altura de planta en cm se puede atribuir a la mejor asimilación del super macollo por parte del pino azul además de observar que el segundo lugar también tiene relación al super macollo aplicado al cipres limón, dando a entender que la mejor asimilación es del fertilizante sintético, esto se debe a las trazas de fitohormonas que contiene dicho fertilizante ya que se sabe que el uso de reguladores de crecimiento en las prácticas agrícolas es de gran importancia y rol para mejorar el crecimiento vegetativo e incluso general de diferentes plantas. (Sajjad et al., 2017).

Hassan y El-Quesni, (1989) y Shudok, (1994) afirman que esto viene de su papel en la división celular, la diferenciación en las hojas, la extensión de la misma es lo que refleja un mayor desarrollo y crecimiento de la planta.

Por otro lado, podemos atribuir dicho crecimiento y asimilación óptima del fertilizante sintético al contenido de nitrógeno que este producto tiene ya que en este caso se estaría mencionando, según las características del producto, que el Super Macollo tiene 20% de nitrógeno.

Por su parte Domínguez (1978), menciona que el contenido de nitrógeno en mayores proporciones interviene en la composición de las más importantes sustancias orgánicas tales como la clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc. estas sustancias sirven de base para la mayoría de procesos que rigen el desarrollo, crecimiento y multiplicación de la planta. Al respecto, Chilón (1997) indica que el nitrógeno favorece el desarrollo de los órganos vegetativos principalmente de los foliáceos.

A respecto de nuestros resultados, Somarriba (1998), concluye que la variable altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, la altura de la planta depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la raíz de la planta, esta función puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores fundamentales los cuales son luz, temperatura, humedad relativa y nutrientes.

5.3 Diámetro de tallo

Para el análisis del diámetro del tallo se realizó un análisis de varianza con un margen de error del 5% cuadro 8, con un coeficiente de variabilidad de 15.67% el cual refleja que hubo un buen manejo de las unidades experimentales e indica que los datos son confiables, ya que se encuentra por debajo de 30% (Calzada, 1970), se puede apreciar que la diferencia es no significativa en cuanto a los bloques, motivo por el cual se acepta la hipótesis nula indicando que ninguno de los factores externos ocasionan algún tipo de cambio en el diámetro de tallo del cultivo en estudio, por otro lado se observa que en el cálculo del análisis de varianza de la variable diámetro de tallo, existen diferencias no significativas entre el Factor A: especies de pinos, el Factor B que son los tipos de fertilizantes y la interacción, por lo cual se recomienda realizar la prueba de medias para determinar la irrelevancia de datos entre los factores.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	1,76	7	0,25	1,93	0,1667	
bloques	0,69	2	0,35	2,66	0,1185	NS
Especies de Pino	0,13	1	0,13	0,96	0,3509	NS
Fertilizantes	0,69	2	0,35	2,66	0,1185	NS
Especies de Pino*Fertilizantes	0,25	2	0,13	0,96	0,4164	NS
Error	1,31	10	0,13			
Modelo.	3,07	17				

C.V.= 8,45%, (*) = Significativo, (**) = Altamente significativo, (NS) = No significativo

En la prueba de Duncan al 5% de significancia realizada para ambos factores se observa que el fertilizante sintético influyo mínimamente el crecimiento del diámetro del tallo del Pino azul. Cuadro 9.

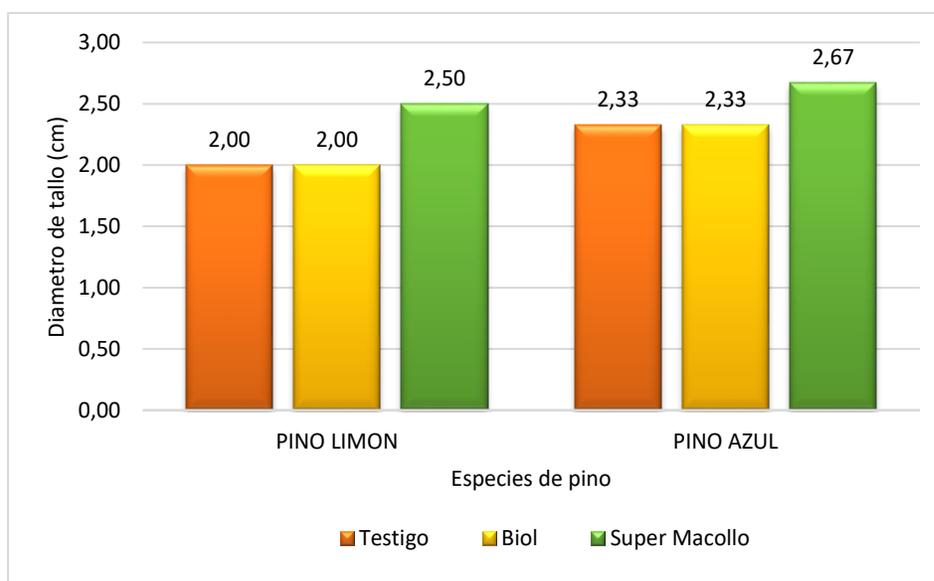
Cuadro 9. Comparaciones de medias DUNCAN para el diámetro de tallo

Especies de Pino	Fertilizantes	Medias	n	E.E.
PINO AZUL	Super Macollo	2,67	3	0,21 A
PINO LIMON	Super Macollo	2,5	3	0,21 A
PINO AZUL	Biol	2,33	3	0,21 A
PINO AZUL	Testigo	2,33	3	0,21 A
PINO LIMON	Testigo	2	3	0,21 A
PINO LIMON	Biol	2	3	0,21 A

Medias que presentan la misma letra dentro de cada columna, son similares estadísticamente

Conforme al análisis de comparaciones medias DUNCAN como se indica en el cuadro 9 y la figura 5, se determina que existen diferencias no significativas demostrando que la aplicación de tipos de fertilizantes no influye en el desarrollo fisiológico incrementando así el diámetro del tallo.

Figura 5. Diámetro de tallo



Según los cuadros anteriores se observa que el mayor diámetro de tallo se obtiene con el Tratamiento T6 (Pino Azul y Super Macollo 2ml/400ml), con la dosis del fertilizante sintético Super Macollo aplicado a la especie de conífera siendo esta el Pino azul con un diámetro de 2.67 cm no tan lejos del segundo lugar, el Tratamiento T3 (Pino Limón y Super Macollo 2ml/400ml) con 2,50 cm de diámetro seguido del Tratamiento T5 (Pino Azul y Biol al 30%) con un diámetro de 2,33 cm, el Tratamiento T4 (Pino Azul y Testigo) con 2,33 cm y las peores combinaciones que llegan a ser los tratamientos T1 (Pino Limón y Testigo) y T2 (Pino Limón y Biol al 30%), ambos con un diámetro de 2cm.

Los resultados obtenidos demuestran una mínima diferencia entre tratamientos, por lo tanto, se puede afirmar que la aplicación de biol y super macollo como fertilizante sintético afectan mínimamente al crecimiento de diámetro de la especie *Cupressus* y *Chamaecyparis*, recalcando que ambas se encontraban en fase de crecimiento aun en vivero, de esta manera se recalca que son cultivos ornamentales.

Bastias (2004) afirma que el nitrógeno orgánico presente en las aguas servidas, no afecta al crecimiento en diámetro de las especies ornamentales como la *Casuarina stricta* y *Cassia closiana* ya que no se presentan cambios en cuanto al crecimiento de diámetro de tallo.

Es importante mencionar que los abonos orgánicos son fertilizantes de liberación lenta, por lo que el “biol” es una tecnología que puede complementar o sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos (Walsh et al., 2012; Ndubuaku et al., 2014).

Por otra parte, Ndubuaku et al. (2014) afirma que la aplicación de biol en el primer mes después de la emergencia de las plántulas es mas eficaz para el crecimiento en cuanto al grosor del tallo dando así mejores resultados en las siguientes fases de crecimiento, cabe resaltar que en el presente trabajo la aplicación de los fertilizantes fue en la fase de crecimiento ya establecido a los 7 meses de edad de ambas coníferas.

5.4 Numero de ramas

El cuadro 10 presenta los datos obtenidos en el proceso de análisis de datos logrados en campo.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el numero de ramas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	336,5	7	48,07	2,4	0,1011	
bloques	121,33	2	60,67	3,03	0,0934	NS
Especies de Pino	168,06	1	168,06	8,4	0,0159	*
Fertilizantes	41,33	2	20,67	1,03	0,3909	NS
Especies						NS
Pino*Fertilizantes	5,78	2	2,89	0,14	0,8673	
Error	200	10	20			
Total	536,5	17				

C.V.= 8,45%, (*) = Significativo, (**) = Altamente significativo, (NS) = No significativo

Por el valor del coeficiente de variación de 16,46 %, se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales es aceptablemente homogéneo.

Según el análisis de varianza para la variable de numero de ramas por planta, este reporto que existe diferencias no significativas a un 5 % de probabilidad para los bloques, dando a entender que los factores eternos no incidieron en el número de ramas, para el Factor A: especies de pino se acepta la hipótesis alterna teniendo en cuenta que al menos una de las especies muestra diferencias en cuanto al número de ramas, por otro lado no se registró diferencias significativas para el Factor B: tipos de fertilizante y la interacción de especies de pino y tipos de fertilizante por lo que se procedió a realizar las comparaciones de medias con la prueba de Duncan a un 5 %.

Prueba de medias DUNCAN al 5 % para el numero de ramas

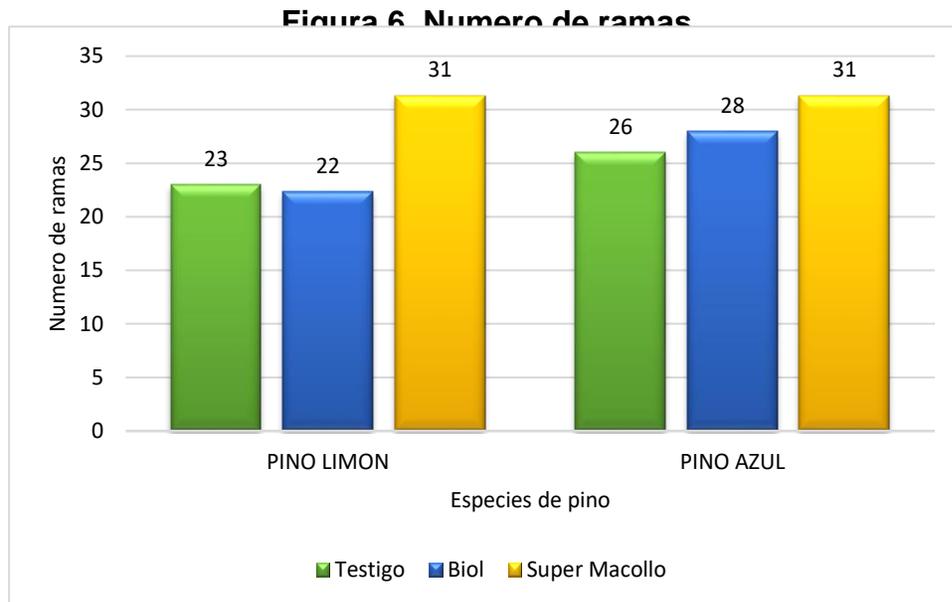
En el cuadro 11 se observa los promedios del número de ramas por planta por dosis de fertilización en relación al tipo de pino, esto refleja que la dosis de fertilizante influye en el crecimiento de los pinos.

Cuadro 11. Comparaciones de medias DUNCAN para el numero de ramas

Especies de pino	Tipos de fertilizantes	Medias	n	E.E.
PINO AZUL	Super Macollo	31	3	2,58 A
PINO LIMON	Super Macollo	31	3	2,58 A
PINO AZUL	Biol	28	3	2,58 A B
PINO AZUL	Testigo	26	3	2,58 A B
PINO LIMON	Testigo	23	3	2,58 A B
PINO LIMON	Biol	22	3	2,58 B

Medias que presentan la misma letra dentro de cada columna, son similares estadísticamente

Con una prueba de significancia Duncan se puede deducir que la mejor combinación es el Tratamiento T3 (Pino Limón y Super Macollo 2ml/400ml) y el Tratamiento T6 (Pino Azul y Super Macollo 2ml/400ml) ambas con un promedio de 31 ramas por planta, seguido del Tratamiento T5 (Pino Azul y Biol al 30%) con 28 ramas, Tratamiento T4 (Pino Azul y Testigo) con 26 ramas y las peores combinaciones fueron los Tratamientos T1 (Pino Limón y Testigo) y T2 (Pino Limón y Biol al 30%) con 23 y 22 ramas por planta respectivamente.



Los resultados obtenidos en el presente trabajo de acuerdo a la variable número de ramas, se atribuye a que el cultivo necesita de un espacio adecuado y una dosis exacta para un mejor desarrollo y así garantizar una buena producción para los agricultores.

La figura 6, presenta el número de ramas por planta, por la interacción de dosis y los tipos de pinos; esto demuestra que los tratamientos realizados influyen en la producción de los pinos ornamentales obteniéndose los mejores resultados en la aplicación del fertilizante sintético en ambas coníferas.

Kashif et al. (2014) demostraron que el uso de fertilizantes químicos mejoró los parámetros de crecimiento vegetativo en *Dahlia hybrida*. Al mismo tiempo, Abbasniyazare et al. (2012) indicaron que el tratamiento de *Spathiphyllum* con tratamientos de fertilizantes NPK dio los mejores resultados para el número de hojas, peso seco y fresco de hojas por planta.

En otro artículo, Ghatas (2015) mostró que utilizando el tratamiento combinado entre Fertilizante químico NPK y kintina al 75% aumento la calidad y la productividad de las plantas.

Además, Hamad (2020), demostró que rociar la planta *Aspidistra elatior* con fertilizante kristalon a 6 g/l dio los mejores parámetros de crecimiento vegetativo.

Cabe mencionar que los componentes NPK son los que obtuvieron mejores resultados en el presente trabajo el cual se atribuyen al nitrógeno y fosforo, en cuanto al super macollo la composición de nitrógeno y fosforo es de 20% para cada uno dándose a conocer que el nitrógeno es necesario para la formación de aminoácidos y ácidos nucleicos y por lo tanto la composición de la proteína importante de la planta, también es necesario para muchas enzimas y compuestos de transferencia de energía ADP y ATP en el tejido vegetal (Taiz y Zeiger, 2002).

Por otra parte, Raghothama (1999) afirma que el fósforo es importante porque influye en muchos procesos dentro de la planta, como la división y el crecimiento celular, la transferencia de energía (ATP y ADP), la fotosíntesis y respiración

Al respecto Evans (1990), menciona que el aumento de la concentración de iones minerales en la solución del suelo incrementa la cantidad de ramas que aparece por encima de este.

5.5 Variables económicas:

5.5.1 Análisis económico parcial

A partir de los resultados obtenidos en el proceso de la experimentación y el respectivo análisis estadístico, es esencial, la realización del análisis económico de los resultados, para realizar recomendaciones más adecuadas, combinados los aspectos agronómicos y económicos más favorables de la investigación.

La evaluación económica nos permite proporcionar parámetros claros para determinar la rentabilidad o no de un tratamiento, para realizar un cambio tecnológico en nuestro sistema de producción, en este caso del cultivo ornamental de dos tipos de pinos.

El análisis económico se efectuó con el único propósito de analizar los beneficios que puede otorgar dicha investigación, para tal efecto los datos del precio de comercialización, insumos y mano de obra, están de acuerdo a los precios actuales en mercados de la ciudad de La Paz, El precio del pino limón es de 6 Bs y el precio por unidad del Pino azul es de 6 Bs. depende del tamaño en el que se encuentran.

Se considera el cálculo de beneficio neto y el costo beneficio sobre la base de los rendimientos y costos obtenidos por tratamiento para el cultivo de ornamentales en el caso de los tipos de pino en relación a la aplicación de dos tipos de fertilizantes donde obtenemos los siguientes resultados en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis económico de la producción de especies de pino bajo la aplicación de dos fertilizantes foliares.

Tratamiento	PINO LIMON	Rendimiento (unidades)	Rendimiento ajustado	Beneficio bruto (Bs/parcela)	Costo Total (Bs/parcela)	Beneficio Neto (Bs/parcela)	B/C
T1	Testigo	36	32	194,4	167,33	27,07	1,16
T2	Biol al 30%	36	32	194,4	177,33	17,07	1,10
T3	Super Macollo 2ml/400ml	36	32	194,4	217,33	-22,93	0,89
	TOTALES	108	96	583,2	562	21,2	

Tratamiento	PINO AZUL	Rendimiento (unidades)	Rendimiento ajustado	Beneficio bruto (Bs/parcela)	Costo Total (Bs/parcela)	Beneficio Neto (Bs/parcela)	B/C
-------------	-----------	------------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----

T4	Testigo	36	32	194,4	167,33	27,07	1,16
T5	Biol al 30%	36	32	194,4	177,33	17,07	1,10
T6	Super Macollo 2ml/400ml	36	32	194,4	217,33	-22,93	0,89
	TOTALES	108	96	583,2	562	21,2	

En los cuadros anteriores se muestran los presupuestos parciales para toda la investigación presente, donde en la primera columna se observan los tratamientos, cada cuadro representa a una especie de pino en relación a los tipos de fertilizantes a los que fueron sometidos (columna 2).

En la tercera columna muestra el rendimiento total, cabe destacar que como son ornamentales se tomó en cuenta cada unidad de pino como rendimiento, donde se toma en cuenta un total 216 plantines, 36 plantines por tratamiento, la cantidad no varía en los tratamientos ya que se tomó en cuenta una misma cantidad para cada uno de los tratamientos.

En la cuarta columna se observa el rendimiento medio ajustado para los tratamientos en un 10% de decremento al rendimiento total con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo de acuerdo a la recomendación de CIMMYT (1988), tomando en cuenta que dichos plantines de la investigación tienen un cuidado más intensivo a diferencia de lo que podrían realizar los productores donde podría haber mortandad de los plantines ya que están en una etapa fenológica donde se requieren muchos cuidados minuciosos, en esta parte observamos un total de 32 plantines para cada tratamiento, un total de 192 plantines para toda la investigación.

En la quinta columna presenta los beneficios brutos obtenidos de la multiplicación de los rendimientos ajustados por el valor comercial de los plantines, para ambas especies de coníferas se tomo un precio de venta referencial de 6 Bs.

Todos los tratamientos obtuvieron un beneficio bruto de 192 Bs para cada tratamiento y 1152 Bs para toda la investigación ya que se tomó en cuenta que el rendimiento es cada unidad de plantin.

El beneficio bruto es uno de los datos más significativos, puede indicar a los administradores o al propietario del negocio si su gestión ha resultado fructífera, y si se ha conseguido el dinero necesario para pagar sus gastos (Giménez, 2001).

Generalmente el agricultor toma el beneficio bruto como el beneficio neto sin realizar los descuentos correspondientes, esto genera una errada percepción referente a cuan económicamente rentable es la actividad que realiza.

En la sexta columna se observa el total de los costos de producción para cada tratamiento, donde varios insumos y materiales se utilizó para toda la investigación, por tal caso se dividió homogéneamente para cada tratamiento, donde indica que el mayor costo es de 217,33 Bs para los tratamientos T3 y T6, ya que se utilizo el fertilizante químico Super Macollo el cual tiene un costo mas elevado, seguido de los tratamientos T2 y T4 con la utilización del Biol, ya que este tiene un costo menos, los costos por tratamiento son de 177,33 Bs, y los menores costos se ven reflejados en los tratamientos T1 y T4 con 167,33 Bs ya que dichos tratamientos son Testigos, es decir, que se utilizo de manera comparativa al no agregar ningún tipo de fertilizante.

Horngren et al. (2002) señalan, que los costos fijos se pueden llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa.

Dicha apreciación se relaciona a empresas que cumplen con alquileres, amortizaciones, seguros, impuestos fijos, servicios públicos (luz, gas, etc.), sueldo y cargas sociales. La mayoría de estos gastos no son tomados en cuenta por los agricultores bolivianos debido principalmente a que la actividad carece de un enfoque empresarial.

Acosta (2003) indica que el costo variable parcial expresa la relación existente entre el costo variable y las unidades producidas. (curva inicialmente descendiente y luego ascendiente).

En la séptima columna de los beneficios netos se puede apreciar que el máximo beneficio neto se logró con los tratamientos T1 y T3 que asciende a los 24,67 Bs Por cada 36 plantines seguido de los tratamientos T2 y T4 con 14,67 Bs y el beneficio neto menor fue con los tratamientos T3 y T6 con un valor de -25,33, mostrándose así una perdida, ya que el costo total es mayor al beneficio bruto, cabe resaltar que la venta se realizo a los 7 meses de edad de la planta, momento en el que aun no ha alcanzado su máxima altura y aún tiene un mínimo valor de venta, mientras mas edad y tamaño tenga la planta, el valor aumenta.

En la columna 8 tenemos el Beneficio costo lo que significa que durante esta etapa fenológica del proceso productivo por cada boliviano gastado para la producción de:

Pino Limón se obtendrá 15 ctvs sin la utilización de los fertilizantes foliares mencionados en el presente trabajo, 0,8 ctvs con la aplicación de biol al 30% y -0,12 ctvs aplicando Super macollo 2ml/400ml. Para el pino azul se obtendrán los mismos datos ya que la cantidad y el precio de venta son los mismos.

6 CONCLUSIONES

En este trabajo investigativo acerca del efecto que tiene dos fertilizantes foliares en la tasa de crecimiento del pino Limón y el pino azul realizado en el centro experimental de Cota Cota, de acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo sacar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente se deduce que el para el Pino Limón es conveniente no agregar ningún tipo de fertilizante (T1) ya que las diferencias de características fenológicas en relación a otros tratamientos son mínima, no significativa, por otro lado, el Pino Azul mostro resultados óptimos con el uso del super macollo (T6) puesto que la planta es más resistente y absorbe mejor este tipo de fertilizante sintético.
- Con relación a la altura de planta se encontró con mayor altura promedio al T6 (Pino azul con fertilizante foliar Super Macollo 2ml/400ml) con 20,90 cm de altura y la peor combinación fue el T2 (Pino Limón con Biol al 30%) con una altura promedio de 10,35 cm.
- Con relación al diámetro de tallo se obtuvo 2.67cm de diámetro para el T6 (Pino azul con fertilizante foliar Super Macollo 2ml/400ml) y el menor diámetro se obtuvo con los tratamientos T1 y T2 (Pino limón sin aplicación de fertilizante y Pino limón con biol al 30% respectivamente).
- Para el follaje, en este caso el número de ramas la mejor combinación fueron los tratamientos T3 y T6 (Pino limón con super macollo 2ml/400ml y Pino Azul con super macollo 2ml/400ml) con un promedio de 31 ramas por planta y el menor promedio fue con el T2 (Pino limón con biol al 30%) con 22 ramas por planta.
- En el análisis económico muestra una mayor rentabilidad sin la utilización de algún fertilizante foliar ya que los costos disminuyen y el ingreso por planta aumenta ya que se tomó en cuenta el total de unidades investigadas como rendimiento, por otro lado, se observa que para para la aplicación de ambos

fertilizantes la rentabilidad muestra diferencias mínimas es por ello que se recomienda la utilización del T6 (Pino Azul con super macollo 2ml/400ml).

- Los factores de estudio A (Especies de Pinos) y el factor B (tipos de fertilizantes foliares) demostraron diferencias no significativas en su comportamiento, lo que demuestra que para el pino limón no es necesaria la aplicación de biol ni Super macollo, así mismo demostró que es recomendable aplicar super macollo para el pino Azul ya que obtuvo buena y rápida asimilación de nutrientes en todo el proceso investigativo además de demostrar resistencia a los cambios climáticos bruscos.

7 RECOMENDACIONES

- ✓ Considerando los resultados del presente estudio investigativo se puede proporcionar las siguientes recomendaciones:
- ✓ Se recomienda seguir observando el comportamiento de los plantines en las siguientes fases de crecimiento ya que hasta esta instancia los resultados no son extremadamente significativos, todo esto con el fin de obtener mayor aprovechamiento para el uso decorativo de exteriores.
- ✓ El cuidado intensivo del pino limón es una parte muy importante que no se debe dejar de lado ya que no tolera los cambios climáticos bruscos, se recomienda mayor cuidado al momento del repicado y traslado.
- ✓ Se recomienda el riego con mayor frecuencia para el Pino Limón ya que sufre deshidratación constante al ser de una edad fenológica corta necesita cantidades de agua constantes.
- ✓ Es muy importante el control fitosanitario en la parte del sustrato ya que como los pinos son de lento crecimiento estos estar bastante tiempo en maceta y el sustrato debe estar en óptimas condiciones fitosanitarias.
- ✓ Se debe tomar en cuenta la época de trasplante ya que si se realiza en tiempo seco es muy posible que el pino limón no resista y llegue a un estrés hídrico donde la planta muera.
- ✓ Se debe tomar en cuenta que el pino azul es muy recomendable ya que se caracteriza por su resistencia a adversidades climáticas además de tener mejor asimilación de productos sintéticos y naturales.

8 BIBLIOGRAFIA

ABBASNIAYZARE, S.K.; SEDAGHATHOOR, S. AND DAHKAEI, M.N.P. (2012). Effect of Biofertilizer Application on Growth Parameters of *Spathiphyllum* illusion. J. Agric. and Environ. Sci. 12(5):669-673.

ACOSTA J. (1991) Análisis e Interpretación de la información financiera II. 3ed. Editorial IPN, México DF. P 18-20.

ALVARADO V (2007) Efecto de diferentes fitorreguladores en la multiplicación por esquejes de pino japonés (*Cryptomeria japonica*); Falso ciprés (*Chamaeciparys obtusa*); Tuya occidental (*Thuja occidentalis*) en el vivero municipal de Aranjuez, La Paz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia

Backer et al (1998) afirma que con los años y el avance de la tecnología la mano de obra ha ido perdiendo peso dentro del costo de producción.

BACKER, M; RAMÍREZ, D; y JACOBSEN. L. (1998) Contabilidad de Costo: Un Enfoque Administrativo para la Toma de Decisiones. 2ed. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de México. México DF. 743p.

BASTÍAS, C (2004) Eugenio Antonio. Efecto del riego con aguas servidas tratadas en especies vegetales ornamentales.

Bertrand, J (2008). Determinación del rendimiento de las plantaciones forestales de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

BORDAS J. Coníferas – Plantas de exterior (en línea). Consultado el 5 de mayo de 2021. Disponible en www.jardineriabordas.com

BOUTHERIN, D (1994) Multiplicación de Plantas Ornamentales. 225 p. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

CABRERA J., MARTÍNEZ F., GRANADA L. (2007) Producción de Cedro Limón *Cupressus macrocarpa* Goldcrest en Morelos. Folleto Técnico 29. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. INIFAP. Morelos – México 2-8 p.

CARRERA, M.V (1977) La propagación vegetativa en el género *Pinus*. *Ciencia forestal (Méx.)* 2 (7): 3 – 29 p

DEL CASTILLO, R.F. PÉREZ DE LA ROSA, VARGAS A. R., RIVERA G. (2004) Coníferas. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.

FARJON, A. (1998) World checklist and bibliography of conifers. Royal Botanical Gardens, Kew, 298 pp.

FOSTER, A.S. y E.M. GIFFORD (1974) Comparative Morphology of Vascular Plants. W.H. Freeman, San Francisco, 751 pp.

GHATAS, Y.A.A. (2015). Response of *Hemerocallis aurantiaca* plants to kinetin and chemical fertilization treatments. *Middle East J. Agric. Res.*, 4(4):650-659.

GIMENEZ, C. (1995) *Costos para Empresarios*. 4ed. Editorial Macchi. Buenos Aires, Argentina. 335p.

GUILLEN R., A (1975) *Coníferas ornamentales* Floraprint, España, 143 p.

HAMAD, I.A. (2020) *Physiological Studies on *Aspidistra elatior* L.* Plant. M.Sc., Thesis, Fac. Agric., Benha Univ., Egypt, 83 p.

HERRERA RAMÍREZ, J. B. (2009). Efecto de la fertilización en las plantaciones de pino *pinus radiata* (D. DON) en Lasso Cotopaxi (Bachelor's thesis).

HORNGREN C, FOSTER G, DATAR S y CHÁVEZ J. (2002) Contabilidad de costos: un enfoque gerencial. 12ed. Editorial Pearson. México DF. 220 pp.

KASHIF, M.; RIZWAN, K.; KHAN, M.A. AND YOUNIS, A (2014). Efficacy of macro and micro-nutrients as foliar application on growth and yield of *Dahlia hybrida* L. (Fresco). Int. J. Chem. Bioch. Sci., 5:6-10.

KENNETH A (1989) Coníferas, Edit. Blume S.A., Trad S. Espinosa, Barcelona ES, 48 p.

KIRKPATRICK, Donald; KIRKPATRICK, James D. Los cuatro niveles de Kirkpatrick . Socios de Kirkpatrick, 2011.

MERINO JIMÉNEZ, P. M. (2015). Evaluación de una técnica de propagación asexual con esquejes apicales del ciprés limón (*Cupressus macrocarpa*) Var. Gold crest (Bachelor's thesis).

MIRANDA, R. (2002). Propiedades Físicas y Químicas del Suelos (Apuntes). Universidad Mayor de San Andrés- Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. 4 p.

NDUBUAKU, U. M., IMEGWU, C. N. AND NDUBUAKU, N.E. (2014) Nutrient compositions of liquid and solid fractions of organic waste fermentation and the influence on growth and yield of okra. International Journal of Development Research. 4(9): 1909-1914.

RAGHOTHAMA, K.G. (1999). Phosphate Acquisition, Annu. Rev. Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50:665-693.

RAMOS MAMANI, A. A. (2011). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la germinación de semilla de ciprés (*Cupressus macrocarpa* Hardwey) bajo ambiente controlado en la localidad de Patacamaya* (Doctoral dissertation).

Rovere, A. (2000). Condiciones ambientales de la regeneración del ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). *Bosque*, 21(1), 57-64.

TAIZ, L. AND ZEIGER, E. (2002). *Plant Physiology*, 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 690 p.

VÁZQUEZ, J. (1993) *Economía de la producción en general*. 2ed. Editorial Aguilar. México. 644p.

VEIERSKOV, B (1988) Relations between carbohydrates and adventitious root formation. Vol 2. Pórtland, Oregon. Discorides pres. 70-78 p

WALSH J. J., DAVEY L. JONES, GARETH EDWARDS-JONES, AND A. PRYSOR WILLIAMS. (2012). Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity

9 ANEXOS



Anexo 1. Instalación de las platabandas.



Anexo 2. Preparación del sustrato.



Anexo 3. Repique de plantines en maceta





Anexo 4. Pino Azul (Etapa inicial)



Anexo 5. Comparación de alturas del Pino Limón



Anexo 6. Etapa final a la toma de datos



Anexo 7. Etapa inicial a la toma de datos



Anexo 8. Etapa media a la toma de datos



Anexo 9. Etapa final a la toma de datos