

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES BAJO TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN
LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE MANDARINA CLEOPATRA (*Citrus reshni* ex.
Tanaka) EN EL VIVERO DEL MUNICIPIO DE CAJUATA, PROVINCIA INQUISIVI.**

Presentado por:

HERNÁN INO APAZA

La Paz - Bolivia

2018

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE DOS FERTILIZANTES FOLIARES BAJO TRES TIPOS DE
SISTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE MANDARINA
CLEOPATRA (*Citrus reshni* ex. Tanaka) EN EL VIVERO DEL MUNICIPIO DE
CAJUATA, PROVINCIA INQUISIVI.**

Tesis de grado presentado como requisito

Parcial para optar el Título de

Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

Hernán Ino Apaza

Asesores:

Ing. Eva Nancy Cosme Ajpi

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

Ing. Wara Q'inita Yampara Blanco

Tribunal examinador:

Ing. Casto Maldonado Fuentes

Ing. René Calatayud Valdez

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz - Bolivia

2018

DEDICATORIA

*Dedicado a la memoria de mi padre y mi abuelo
Braulio Saúl Ino Aguilar (†) y Juan Ino Barreto (†)
Por darme el cariño apoyo incondicional
y ser los pilares fundamentales en mi vida.
Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

*A mi sobrina Grisel Pauleth A. Ino
que alegra mi vida y para que vea
en mi un ejemplo a seguir.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Agradecer a la Universidad Mayor de San Andrés, facultad de agronomía por mi formación académica y profesional.

Agradecer a mis compañeros de *C.E.T.A.L.* por brindarme su amistad y compartir momentos gratos en la vida estudiantil y haberme acompañado en los momentos más difíciles de mi vida dándome apoyo y animo.

A mi familia por darme su apoyo, comprensión, cariño y tiempo para poder realizar el presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de la facultad que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y laboral.

A la Ing. Eva N. Cosme A. por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Ramiro Mendoza N. y la Ing. Wara Q". Yampara B. por el aporte y guía para realizar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Casto Maldonado F. y el Ing. René Calatayud V. por el aporte y correcciones realizadas al presente trabajo de investigación.

A la Lic. en enfermería Yanet Ortega P. por ser una persona especial en mi vida, darle las gracias por los buenos momentos vividos a su lado, por darme el apoyo e incentivo para culminar la carrera gracias.

Al Sr. Mario Guarachi y Sra. Martha por brindarme su apoyo y ayuda en el vivero municipal de Cajuata ubicado en la comunidad de Circuata, para la realización de mi trabajo de investigación en fase de campo.

Al amigo y compañero de la carrera Dn. José por ser un ejemplo de perseverancia. Que cuando uno empieza algo tiene que terminarlo, hasta el final.

A todas las personas que de una u otra manera aportaron para la conclusión del presente trabajo de investigación.

Hernán Ino Apaza

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Hipótesis	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Aspectos generales de la mandarina	5
3.1.1 Origen y distribución	5
3.1.2 Taxonomía	6
3.1.3 Descripción Botánica	6
3.1.4 Importancia de la mandarina Cleopatra (<i>Citrus reshni</i> ex. Tanaka)	7
3.1.4.1 Portainjertos	7
3.1.5 Introducción de la mandarina Cleopatra en Bolivia	8
3.1.6 Requerimientos edafoclimaticos	9
3.1.7 Producción a nivel mundial de mandarina	10
3.1.8 Producción en Bolivia	11
3.1.9 Manejo agronómico	12
3.1.9.1 Preparación del suelo	12
3.1.9.2 Formas de propagación	12
3.1.9.3 Distancia y época de siembra	13

3.1.9.4 Fertilización	13
3.1.9.5 Riego	13
3.1.9.6 Poda	14
3.1.9.7 Plagas y enfermedades	14
3.1.9.8 Variedades importantes	18
3.2 Fertilizantes foliares	19
3.2.1 Origen	19
3.2.2 Objetivos de la aplicación de fertilizantes foliares.	20
3.2.3 Función de los fertilización foliar	20
3.2.4 Ventaja de los fertilizantes foliares	21
3.2.5 Limitaciones de los fertilizantes foliares	22
3.2.6 Composición química de los fertilizantes	22
3.2.6.1 Fitohormonas reguladoras de crecimiento	23
3.2.6.2 Auxinas	23
3.2.6.3 Citoquinina	24
3.2.6.4 Carbohidratos	24
3.2.6.5 Aminoácidos	24
3.2.6.6 Macronutrientes y micronutrientes	25
3.2.6.7 Quelatos	25
3.2.7 Factores que determinan la eficiencia de los fertilizantes foliares	26
3.2.7.1 Relacionado con la formulacion foliar	26
3.2.7.2 Relacionadas con el ambiente	27
3.2.7.3 Relacionado con la planta	28
3.3.8 Categorización de los fertilizantes foliares	28

3.2.9 Basfoliar Algae _____	29
3.2.9.1 Características físicas _____	29
3.2.9.2 Modo de acción _____	29
3.2.9.3 Propiedades y ventajas _____	30
3.2.9.4 Composición química _____	30
3.2.10 Rendimax _____	31
3.2.10.1 Método de preparación y aplicación del producto _____	31
3.2.10.2 Beneficios _____	31
3.2.10.3 Composición química _____	31
3.3 Sustratos _____	32
3.3.1 Función de los sustratos _____	32
3.3.2 Tipos de sustratos _____	33
3.3.2.1 Materiales orgánicos _____	33
3.3.2.2 Materiales inorgánicos _____	33
3.3.3 Usos de los sustratos _____	33
3.3.4 Gallinaza _____	34
3.3.4.1 Función de la gallinaza _____	34
3.3.4.2 Composición química de la gallinaza _____	35
3.3.4.3 Ventajas de la gallinaza _____	36
3.3.4.4 Propiedades de la gallinaza _____	36
3.3.5 Tierra negra o materia orgánica _____	37
3.3.5.1 Función de la tierra negra _____	38
3.3.5.2 Importancia de la materia orgánica _____	38
3.3.5.3 Fuentes de tierra negra o materia orgánica _____	39

3.3.6 Limo o lama	40
3.3.7 Suelo o tierra del lugar	40
3.4 Vivero	41
3.4.1 Los componentes básicos de un vivero	41
3.4.1.1 Malla semisombra	41
3.4.1.2 Semilleros	42
3.4.1.3 Bancos de tierra	42
3.4.1.4 Bolsas o fundas	42
3.4.1.5 Lotes de crecimiento	42
3.4.1.6 Bodega	43
3.4.2 Factores que afectan al cultivo de plantas en vivero	43
3.4.3 Tipos de viveros	43
3.5 Planta	43
3.5.1 Mecanismos de absorción foliar en las plantas	44
3.5.1.1 Estomas	44
3.5.1.2 Ectodesmas	44
3.5.1.3 Cutícula	45
3.5.2 El proceso de absorción de nutrientes vía foliar	45
3.5.3 Algunos valores de referencia para estimar la tasa de absorción de elementos vía foliar	46
3.5.4 Nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas	46
IV. LOCALIZACION	49
4.1 Ubicación geográfica	49
4.2 Descripción climatológica	51
4.2.1 Clima	51

4.2.2	Temperatura	51
4.3.3	Precipitación	52
4.2.4	Humedad	53
4.2.5	Altitud	53
4.3	Suelos	54
4.4	Fisiografía	54
4.5	Vegetación y fauna	54
4.5.1	Vegetación	54
4.5.2	Fauna	55
4.6	Hidrología	55
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	56
5.1	Materiales	56
5.1.1	Material biológico	56
5.1.2	Material químico	56
5.1.3	Materiales de campo	56
5.1.4	Materiales de gabinete	57
5.2	Método	57
5.2.1	Diseño experimental	57
5.2.1.1	Factores de estudio	57
5.2.1.2	Tratamientos combinados	58
5.2.1.3	Modelo lineal aditivo	58
5.2.1.4	Croquis del experimento	59
5.2.2	Procedimiento experimental en campo	60
5.2.2.1	Habilitación y limpieza de las camas de crecimiento	60
5.2.2.2	Preparación de sustratos	60
5.2.2.3	Enfundado o llenado de las bolsas	61

5.2.2.4	Desinfección del sustrato	62
5.2.2.5	Traslado y transporte de plántulas de mandarina Cleopatra	62
5.2.2.6	Repique de plántulas de mandarina Cleopatra	63
5.2.2.7	Aplicación de fertilizante foliares	63
5.2.2.8	Labores culturales	65
5.3	Variables de respuesta	66
5.3.1	Variables fenológicas	66
5.3.1.1	Porcentaje de prendimiento	66
5.3.1.2	Velocidad de crecimiento	66
5.3.2	Variables agronómicas	67
5.3.2.1	Altura de planta	67
5.3.2.2	Número de hojas por planta	67
5.3.2.3	Diámetro del tallo	67
5.3.2.4	Longitud de la raíz	67
5.3.3	Variables fisiológicas	67
5.3.3.1	Área foliar	67
5.3.4	Análisis económico	68
5.3.5	Análisis estadístico	69
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	70
6.1	Variables fenológicas	70
6.1.1	Porcentaje de prendimiento	70
6.1.2	Velocidad de crecimiento	72
6.2	Variables agronómicas	75
6.2.1	Altura de planta	76

6.2.2 Número de hojas	80
6.2.3 Diámetro del tallo	83
6.2.4 Longitud de la raíz	86
6.3 Variables fisiológicas	90
6.3.1 Área foliar	90
6.4 Análisis económico	94
VII CONCLUSIONES	96
VIII RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA	100
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Datos de la situación de los portainjertos en la Estacion de Chipiriri</i>	9
<i>Cuadro 2. Principales productores de mandarina del mundo</i>	10
<i>Cuadro 3. Plan de fertilización en los primeros cuatro años, cantidad de fertilizante expresado en gramos por año</i>	13
<i>Cuadro 4. Tipos de quelatos orgánicos y sintéticos</i>	26
<i>Cuadro 5. Composición química de la gallinaza</i>	35
<i>Cuadro 6. Clasificación granulometrica</i>	40
<i>Cuadro 7. Velocidad de absorción de algunos nutrientes por las hojas</i>	46
<i>Cuadro 8. Limite de la provincia Inquisivi</i>	50
<i>Cuadro 9. Temperaturas medias de la comunidad de Circuata (Promedio año 2012)</i>	51
<i>Cuadro 10. Precipitación mensual (Promedio del año 2012)</i>	52
<i>Cuadro 11. Cultivos de mayor importancia en el Canton de Circuata</i>	54
<i>Cuadro 12. Fauna silvestre que presenta la comunidad de Circuata</i>	55
<i>Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable fenológica, porcentaje de prendimiento</i>	70
<i>Cuadro 14. Análisis de varianza de la variable fenológica velocidad de crecimiento</i>	72
<i>Cuadro 15. Efecto de los fertilizantes foliares en la velocidad de crecimiento prueba de Duncan</i>	73
<i>Cuadro 16. Efecto de los sustratos en la velocidad de crecimiento, Prueba de Duncan</i>	73
<i>Cuadro 17. Análisis de varianza de la variable agronómica, altura de planta</i>	76

<i>Cuadro 18. Efecto de los fertilizantes foliares en la altura de planta, prueba de Duncan</i>	76
<i>Cuadro 19. Efecto de los sustratos en la altura de planta, prueba e Duncan</i>	77
<i>Cuadro 20. Análisis de varianza de la variable agronómico número de hojas</i>	80
<i>Cuadro 21. Efecto de los fertilizantes foliares en el número de hojas, prueba de Duncan</i>	81
<i>Cuadro 22. Efecto de los sustratos en el número de hojas, prueba de Duncan</i>	81
<i>Cuadro 23. Análisis de varianza de la variable agronómico diámetro de tallo</i>	83
<i>Cuadro 24. Efecto de los fertilizantes foliares en el diámetro de tallo, prueba de Duncan</i>	84
<i>Cuadro 25. Efecto del sustrato en el diámetro del tallo, prueba de Duncan</i>	84
<i>Cuadro 26. Análisis de varianza de la variable agronómica longitud de la raíz</i>	87
<i>Cuadro 27. Efecto de los fertilizantes foliares en la longitud de la raíz, prueba de Duncan</i>	87
<i>Cuadro 28. Efecto de los sustratos en la longitud de la raíz, prueba de Duncan</i>	88
<i>Cuadro 29. Análisis de varianza de la variable fenológica área foliar</i>	90
<i>Cuadro 30. Efecto de los fertilizantes foliares en el área foliar, prueba de Duncan</i>	91
<i>Cuadro 31. Efecto de sustrato en el área foliar, prueba de Duncan</i>	91
<i>Cuadro 32. Beneficio netos, beneficios brutos y costos variables de los sustratos</i>	94
<i>Cuadro 33. Costo de los plantines por sustrato, ganancia neta</i>	94

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Número de Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs), según departamento, 2013, Instituto Nacional de Estadística (INE 2013).</i>	11
<i>Figura 2. Minador de los cítricos el efecto que causa en las hojas de los cítricos</i>	14
<i>Figura 3. Araña roja y el efecto que causa en las hojas de los cítricos</i>	15
<i>Figura 4. Efecto de la gomosis, afecta a todas las especies de los cítricos</i>	16
<i>Figura 5. El virus de la tristeza de los cítricos y su efecto en follaje</i>	17
<i>Figura 6. Ubicación Geográfica del Vivero Municipal</i>	49
<i>Figura 7. Mapa de la ubicación cartográfica de la provincia Inquisivi</i>	50
<i>Figura 8. Temperaturas promedios que presentada la comunidad de Circuata, año 2012</i>	51
<i>Figura 9. Precipitación anual en la comunidad de Circuata</i>	52
<i>Figura 10. Altitudes de las diferentes comunidades del Cantón de Circuata</i>	53
<i>Figura 11. Croquis de las unidades experimentales dentro del vivero</i>	59
<i>Figura 12. Habilitación, limpieza y nivelado de las camas de crecimiento en el vivero</i>	60
<i>Figura 13. Cernido de tierra negra y tierra del lugar, preparación de los sustratos para los tratamientos</i>	61
<i>Figura 14. Llenado de las bolsas con los sustratos correspondientes, traslado de las bolsas a las camas de crecimiento dentro del vivero</i>	61
<i>Figura 15. Desinfección del sustrato en las bolsas de repique, donde serán transplantadas las plantulas de mandarina Cleopatra</i>	62

<i>Figura 16. Almaciguera de plántulas de mandarina Cleopatra de la Estación Experimental de Sapecho UMSA</i>	62
<i>Figura 17. Selección de las mejores plántulas de mandarina Cleopatra, para una mejor uniformidad y medición de la raíz</i>	63
<i>Figura 18. División de los tratamientos con nailon para que al momento de la aplicación de los fertilizantes foliares no afecte la investigación, colocado de marbetes</i>	64
<i>Figura 19. Preparación y aplicación de los fertilizantes foliares a los diferentes tratamientos</i>	65
<i>Figura 20. Como se muestra en la figura el porcentaje de prendimiento es alto en todo los tratamientos, lo que muestra un buen manejo de las plántulas de mandarina Cleopatra dentro del vivero</i>	71
<i>Figura 21. Promedio de la velocidad de crecimiento de los plantines de mandarina Cleopatra de cada tratamiento en (mm./día)</i>	74
<i>Figura 22. Efecto de los fertilizantes foliares y sustratos, en la altura de los plantines de mandarina Cleopatra por tratamiento en (cm.)</i>	78
<i>Figura 23. Promedio del número de hojas de los plantines de mandarina Cleopatra por tratamiento</i>	82
<i>Figura 24. Promedio del diametro del tallo de los plantines de mandariona cleopatra por tratamiento en (mm.)</i>	85
<i>Figura 25. Promedio de la longitud de la raíz por tratamiento en la mandarina Cleopatra en (cm.)</i>	88
<i>Figura 26. Promedio del área foliar de los plantines de mandarina Cleopatra en (cm²)</i>	95

RESUMEN

La mandarina Cleopatra (*Citrus reshni ex. Tanaka*) al igual que otros cítricos es originario de Asia y del Archipiélago Malayo, desde allí se distribuyeron a las otras regiones del mundo donde hoy se cultivan los cítricos. Su importancia radica en ser una especie resistente a las enfermedades y hongos en especial al virus de la tristeza de los cítricos (*Citrus tristeza closterovirus, CTV*), causante de una de las enfermedades más graves de los cítricos, es por eso la importancia de su producción para usarlo como pie de injerto para los cítricos por que muestra una gran resistencia a este virus. El estudio se realizo en el vivero municipal de Cajuata, ubicado en la comunidad de Circuata en la provincia Inquisivi del departamento de La Paz, Bolivia. Debido a las necesidades de las comunidades aledañas de tener plantines de cítricos y otras especies frutales de alta calidad y con buenas características, es por tal motivo que se realizo la presente investigación en el vivero tratando de obtener plantines que presenten buenas características fisiológicas y agronómicas. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el uso de los fertilizantes foliares y sustratos para la producción de plantines en vivero. Para lo cual se utilizo plántulas de mandarina Cleopatra que fueron transportados desde la Estación Experimental de Sapecho perteneciente a la UMSA, las cuales fueron trasladadas al vivero municipal de Cajuata, para ser repicadas en las diferentes bolsas con los distintos sustratos ya preparados, donde se evaluaron las variables fenológicas, agronómicas y fisiológicas de los plantines de mandarina Cleopatra con la aplicación de fertilizantes foliares. En cuanto a los fertilizantes foliares aplicados en la investigación Basfoliar Algae y Rendimax presentaron una diferencia numérica donde el fertilizante Basfoliar Algae mostró mejor resultado que el fertilizante foliar Rendimax, pero no así una diferencia significativa en las variables fenológicas, agronómicas y fisiológicas entre ambos fertilizantes foliares. Pero si se observo una diferencia significativa en comparación con los tratamientos que no se aplicaron fertilizantes foliar.

En cuanto al efecto de los sustratos para la producción de plantines de mandarina Cleopatra, el sustrato **b₁** compuesto por (1 de tierra del lugar, 2 de limo o lama, 3 de tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta) obtuvo mejores resultados respecto a las variables fisiológicas, agronómicas y fenológicas en comparación con los otros sustratos empleados. La producción de plantines de mandarina Cleopatra mejoro notablemente al aplicarse el sustrato **b₁** obteniendo así plantines de buena calidad. En cambio el sustrato **b₀** testigo compuesto por (1 de tierra del lugar, 2 de limo o lama, 3 de tierra negra) presento bajos resultados en las variables de estudio, principalmente en las variables agronómicas. El presente estudio establecido en vivero para evaluar el efecto de dos fertilizantes foliares con tres tipos de sustratos en plantines de mandarina Cleopatra, después de 90 días de haberse realizado la investigación se observo que los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza descompuesta mostraron buenos resultados en las variables fenológicas, fisiológicas y muy buenos resultados en las variables agronómicas. Donde el tratamiento **T₈** mostró el mejor resultado en todas las variables evaluadas donde se empleo Basfoliar Algae y Gallinaza descompuesta como sustrato. En función a la investigación se concluyo que el uso de un fertilizante foliar adecuado y la preparación de un sustrato bien proporcionado con estiércol de ave (gallinaza descompuesta), resulta ser una alternativa para la producción de plantines de alta calidad dentro del vivero.

SUMMARY

Cleopatra mandarin (*Citrus reshni ex Tanaka*) like other citrus fruits is native to Asia and the Malay Archipelago, from there they were distributed to the other regions of the world where citrus is now grown. Its importance lies in being a species resistant to diseases and fungi, especially the citrus sadness virus (*Citrus tristeza closterovirus, CTV*), which causes one of the most serious diseases of citrus fruits, that is why the importance of its production to use as a graft foot for citrus because it shows great resistance to this virus. The study was conducted in the municipal nursery of Cajuata, located in the community of Circuata in the Inquisivi province of the department of La Paz, Bolivia. Due to the needs of neighboring communities to have citrus seedlings and other fruit species of high quality and good characteristics, it is for this reason that the present research was conducted in the nursery trying to obtain seedlings that have good physiological and agronomic characteristics. The objective of this research work was the use of foliar fertilizers and substrates for the production of nursery seedlings. For which Cleopatra mandarin seedlings were used, which were transported from the Sapecho Experimental Station belonging to the UMSA, which were transferred to the Cajuata municipal nursery, to be re-chimed in the different bags with the different prepared substrates, where they were evaluated the phenological, agronomic and physiological variables of Cleopatra mandarin seedlings with the application of foliar fertilizers. Regarding the foliar fertilizers applied in the research, Basfoliar Algae and Rendimax showed a numerical difference where the fertilizer Basfoliar Algae showed better results than the foliar fertilizer Rendimax, but not a significant difference in the phenological, agronomic and physiological variables between both foliar fertilizers. . But if there was a significant difference compared to treatments that did not apply foliar fertilizers.

Regarding the effect of the substrates for the production of Cleopatra tangerine seedlings, the **b₁** substrate composed of (1 of local soil, 2 of silt or lama, 3 of black soil and 1 of decomposed poultry) obtained better results than physiological, agronomic and phenological variables in comparison with the other substrates used. Cleopatra mandarin seedling production improved markedly by applying the **b₁** substrate to obtain good quality seedlings. On the other hand, the control substrate **b₀** composed of (1 of local soil, 2 of silt or lama, 3 of black earth) presented low results in the study variables, mainly in the agronomic variables. The present study established in the nursery to evaluate the effect of two foliar fertilizers with three types of substrates in Cleopatra mandarin seedlings, after 90 days of the research it was observed that the treatments where foliar fertilizers and decomposed poultry were applied showed good results in the phenological, physiological variables and very good results in the agronomic variables. Where the **T₈** treatment showed the best result in all the evaluated variables where Basfoliar Algae and Gallinaza decomposed as substrate were used. Based on the research it was concluded that the use of an adequate foliar fertilizer and the preparation of a well proportioned substrate with bird manure (decomposed poultry manure), turns out to be an alternative for the production of high quality seedlings within the nursery.

I. INTRODUCCIÓN

En Bolivia los cítricos son cultivos importantes por ser fuente de alimento y apoyo económico para los agricultores, cuya producción esta ubicada en las regiones de los Yungas de La Paz, Alto Beni, Chapare también existen zonas como ser los valles de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz, con un alto potencial. La región de los Yungas se constituye en una zona potencialmente productora de cítricos, existiendo una creciente producción en las zonas de Alto Beni, Caranavi, Cajuata y Circuata estas dos ultimas pertenecientes a la provincia Inquisivi del departamento de La Paz. Existe la necesidad de buscar mejores alternativas para la producción de cítricos tanto en campo como en fase de vivero.

La mandarina Cleopatra es un especie que se adapta a las condiciones climáticas adversas, es una especie subarborea su raíz y parte del tallo sirve para pie de injerto, para los diversas variedades de cítricos. Es un porta injerto que se adapta a distintos suelos desde los arenosos hasta los medianamente pesados profundos y bien drenados, es resistente a enfermedades y a condiciones ambientales, es tolerante a la tristeza de los cítricos de buen comportamiento generalmente tolerante a los principales virus conocidos ofreciendo buena producción y calidad de fruto

1.1 Antecedentes

La necesidad de buscar mayor uniformidad de la plantación es muy importante en la fruticultura moderna, proporcionar mejor control sobre la calidad y cantidad de la cosecha para una misma variedad, para tener una mejor adaptación a problemas físicos y químicos del suelo (salinidad, asfixia radicular, sequía) y presente tolerancia a plagas, enfermedades y virus (ANACAFÉ, 2004).

Antes de aparecer por primera vez la *Phytophthora*, los cítricos se cultivaban sobre su propio pie, hasta la aparición de la tristeza de los cítricos. Actualmente se dispone de varios patrones que presentan muy buena compatibilidad, los patrones más utilizados son: Citrange Carrizo, Troyer y mandarina Cleopatra (ANACAFÉ, 2004).

La fertilización foliar de cultivos es una práctica de gran utilidad para el suministro de nutrientes que permite corregir deficiencias en forma rápida, oportuna, económica y eficiente. La fertilización foliar es variado y complejo aunque existe mucha información, se encuentra dispersa y en muchos casos poco accesible (CIA, 2002).

La practica de la agricultura orgánica, no solamente esta sacando mayores ventajas de los procesos naturales y de la interacción biológica del suelo, sino que también esta reduciendo considerablemente el uso de recursos externos y aumentando la eficiencia de los recursos básicos, para reducir costos proteger la salud y el medio ambiente (Sánchez V., 1995).

1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación se lo realizó debido a la necesidad de proveer plantas resistentes a enfermedades a los agricultores, utilizando como pie de injerto a la mandarina Cleopatra al ser una especie tolerante a enfermedades. La comunidad de Circuata en los años 80 y 90 era una zona productora de cítricos en especial de limón, pero debido al ataque de plagas y enfermedades (tristeza de los cítricos) se perdió la actividad productiva de la zona obligando a las personas del lugar a emigrar a la ciudad en busca de nuevas oportunidades de trabajo abandonando la comunidad y sus parcelas.

Por lo cual se trata de recuperar la productividad de la zona con la producción de plantines de cítricos resistente a las enfermedades, eh aquí la importancia del vivero en la comunidad y de la producción de especies resistentes a enfermedades.

Se encontró que el problema que más afecta a la producción de plantines en fase de vivero, es la mala aplicación de los fertilizantes foliares ya que al momento de realizar la fertilización vía foliar no se consideraba la hora de la aplicación, factor que juega un papel muy importante en la absorción de los nutrientes, ya que las plantas absorben mejor los nutrientes por las mañanas y en al finalizar la tarde, otro factor importante es la preparación de un buen sustrato que contenga los nutrientes necesarios para el crecimiento de los plantas.

Para obtener buena calidad y uniformidad de plantines es necesario desde el establecimiento del vivero aplicar métodos técnicos, como la aplicación de fertilizantes foliar y preparación de sustratos, que además de mantener las características de alta producción y calidad de los plantines, también favorecer el crecimiento y reducir el tiempo de desarrollo vegetativo de los plantines dentro del vivero.

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, por que corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una práctica que sirve de respaldo y apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutricionales de un cultivo, que no pueden abastecer mediante la fertilización común del suelo.

El abastecimiento nutricional vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. He aquí la necesidad de la preparación de sustratos para mejorar la nutrición vía edáfica, realizando preparaciones de sustratos con estiércoles para reducir costos y economizar gastos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Efecto de dos fertilizantes foliares en el desarrollo vegetativo de la mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* ex. *Tanaka*) en tres tipos de sustrato en el vivero del municipio de Cajuata, provincia Inquisivi.

2.2 Objetivos específicos

- Estudiar el efecto de dos fertilizantes foliares en el crecimiento de la mandarina Cleopatra en fase de vivero.
- Determinar el efecto de tres tipos de sustratos en el desarrollo foliar de la especie en evaluación.
- Realizar el análisis económico de costos parciales de los tratamientos en evaluación.

2.3 Hipótesis

- **Ho:** El efecto de los fertilizantes foliares en el crecimiento de la mandarina Cleopatra en fase de vivero son los mismos.
- **Ho:** El efecto de los tres tipos de sustrato en el desarrollo foliar de la especies en evaluación son los mismos.
- **Ho:** No existe diferencia entre los sustratos y la reacción de los fertilizantes foliares en el desarrollo y crecimiento de la mandarina Cleopatra.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos generales de la mandarina

En el siguiente apartado, se presenta una descripción de la mandarina señalando sus principales aspectos: origen, clasificación taxonómica, características botánicas, requerimientos edafoclimaticos, producción a nivel mundial y nacional, así como los usos que se pueden obtener de dicho cultivo (ANACAFE, 2004).

3.1.1 Origen y distribución

Las numerosas especies del genero *Citrus* proviene de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del Archipiélago Malayo, desde allí se distribuyeron a las otras regiones del mundo donde hoy se cultivan cítricos. El área comúnmente asociada a su origen está ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia, este de Filipinas y desde el Himalaya al sur hasta Indonesia. Dentro de esta región, el noreste de India y norte de Burma, serian las regiones más importantes, debido a la diversidad de especies encontradas recientemente en la provincia de Yunnan centro sur de China (ANACAFE, 2004).

Los cítricos se cultivaron desde épocas remotas (más de 4000 años). Sus frutas atrajeron la atención de los pueblos primitivos que se supone ya las cultivaban mucho tiempo antes de que aparecieran en los países Europeos, se sabe que la apariencia de la fruta y sus flores cautivaron a los primeros viajeros, que no solo la describieron en sus memorias sino que la llevaron a otras regiones (Devices y Albrigo, 1999).

Una vez en América y desde el Caribe y Brasil (donde llegaron primero), los cítricos se extendieron por todo el continente llevados por misioneros de la Iglesia Católica. Especies del género afines a los cítricos como *Fortunella* y *Porcirus* también son originarias de la China, hoy en día se los puede encontrar en todas las regiones cítrícolas del mundo (Devices y Albrigo, 1999).

3.1.2 Taxonomía

De acuerdo a Swingle (1967), mencionado por Villegas (2003) se tiene la siguiente clasificación:

División: Magnoliophyta

Subclase: Rosidae

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae

Género: *Citrus*

Especie: *Citrus reshni ex Tanaka*

Nombre común: Mandarina Cleopatra

3.1.3 Descripción Botánica

Es un árbol pequeño de 2 a 6 metros de altura, con un tronco frecuentemente torcido, generalmente sin espinas y ramillas angulosas (ANACAFE, 2004).

- **Hojas.** Es oblongo ovals, elípticas o lanceoladas, de 3.5 a 8 cm. de longitud y de 1.5 a 4 cm de anchura, márgenes aserrados por encima de la base, son de color verde oscuro brillante en el haz y verde amarillento en el envés.
- **Flores.** Las flores son hermafroditas, se las localiza aisladas, en racimos o sobre brotes con hojas del mismo año las flores presentan cáliz con 5 sépalos, corola con 5 pétalos blancos, y entre 20 a 25 estambres soldados con polen no siempre fértil y en ocasiones auto incompatible, ovario subgloboso con 12 a 8 lóculos, estilo delgado y alto claramente delimitados y estigma globoso y pegajoso.
- **Fruto.** El fruto es un hesperidio globoso oval o ligeramente ovoide, mide de 4 a 7 cm de longitud y de 5 a 8 cm de diámetro, su coloración varía de amarillo verdoso al naranja y rojo anaranjado, la superficie es delgada muy fragante separándose muy fácil de la pulpa, la pulpa es jugosa y dulce.

- **Raíz.** La raíz es ramificada en condiciones de cultivo posee pelos radiculares absorbentes.

3.1.4 Importancia de la mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* ex. Tanaka)

Es el pie tolerante más empleado, actualmente solo se utiliza en zonas con elevado contenido de cal o problemas de salinidad, el vigor que induce sobre la variedad es mayor que otros pies y produce frutos de alta calidad (ANACAFE, 2004).

- Tolerante a todos los virus conocidos.
- Recomendable plantarlo siempre en alto y evitar que los emisores de riego mojen el tronco.

3.1.4.1 Portainjertos

El material vegetal que se produce es injertado sobre el patrón mandarina Cleopatra, que guarda tolerancia aceptable a la gomosis *Phytophthora parasitica* que causa exudación de goma principalmente en tallo y la raíz de los árboles, causando grandes pérdidas (IBTA, 1996).

Principalmente se elige la mandarina Cleopatra, por que se tiene más plantas semilleros locales, así como mayor experiencia y comportamiento en las distintas zonas yungueñas, su comportamiento es de regular a bueno, de acuerdo a las variables de productividad, es tolerantes a la incidencia de las principales enfermedades víricas relacionadas al injerto, calidad de fruta así como su buena adaptación a un rango amplio de suelos (Paz, 1993).

La ventaja que tienen los patrones es precocidad en la producción, presenta mayor uniformidad en la plantación (muy importante en la fruticultura moderna), proporciona control sobre la calidad y cantidad de la cosecha para una misma variedad. Adaptación a problemas físicos químicos del suelo salinidad, asfixia radicular y sequía (ANACAFE, 2004).

Según ANACAFE (2004), menciona que los portainjertos son tolerante a plagas y enfermedades tristeza y *Phytophthora*. Antes de aparecer la *Phytophthora*, los cítricos se cultivaban sobre su mismo pie, desde el momento de su aparición empezó a utilizarse como pie el naranjo amargo, hasta la aparición de la tristeza de los cítricos, los patrones más utilizados como pie de injerto son:

- Citrange carrizo
- Troyer
- Mandarina Clementina
- Mandarina Dancy
- Mandarina Reina

3.1.5 Introducción de la mandarina Cleopatra en Bolivia

La introducción de cítricos en el Chapare, región en la que se ha destacado la enfermedad de gomosis, fue realizada con el asesoramiento de los primeros colonizadores, al fundarse la Estación Experimental de Chipiriri el año 1963, uno de los objetivos que se perseguía era entre otros, el investigar un portainjertos que se adecue a la ecología de la región (IICA, 2004).

La primera siembra de mandarina Cleopatra fue efectuada el año 1965, como una especie de prueba para pie. En el verano de 1965 en el jardín de introducción, se observaron las primeras bajas sobre injertos en pie de limón rugoso, lo que puede ser resultado de los primeros daños producidos por gomosis (IICA, 2004).

La injertación de mandarina Cleopatra en relación al limón rugoso, se aumenta el año 1967, pero al mismo tiempo la gran demanda de los citricultores por plantas injertadas hace que la estación siga distribuyendo material sobre pie de limón rugoso, en el siguiente cuadro se detalla en número de plantas existentes en la estación (IICA, 2004).

Cuadro 1. Dato de la situación de los portainjertos en la Estación de Chipiriri.

Años	FORTALECIMIENTO	
	Limón Rugoso	Mandarina Cleopatra
1968 - 1969	772	3615
1969 - 1970	894	4682
1970 - 1971	408	2097
1971 - 1972	.-	758
1972 - 1973	.-	470

Fuente: IICA, 2004.

En el cuadro se muestran los datos de la situación de los portainjertos limón rugoso por mandarina Cleopatra, este último probado hasta el momento, como un pie resistente a la gomosis. La disminución notable de los últimos dos periodos, se debe a la escasez de semillas de mandarina Cleopatra (IICA, 2004).

3.1.6 Requerimientos edafoclimaticos

La mandarina es una especie subtropical que no tolera las heladas, ya que sufre tanto las flores y frutos como la vegetación que puede desaparecer totalmente, sus requerimientos edafoclimaticos se detalla a continuación (ANACAFE, 2004).

- **Temperatura:** Presenta escasa resistencia al frío a 3 a 5 °C bajo cero la planta muere. No requiere horas frío para la floración, no presenta reposo invernal sino una parada del crecimiento por las bajas temperaturas (quiescencia), que provoca la inducción de ramas que florecen en primavera. Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos. La temperatura adecuada puede considerarse entre 15 a 30 °C para su desarrollo.
- **Precipitación:** Los cítricos necesitan de unos 1200 mm. de lluvia por año, sin embargo precipitaciones mayores no son problemas siempre que haya un buen drenaje del suelo.
- **Altitud.** Las altitudes aptas para el cultivo de mandarina oscilan entre los 400 a 1300 m.s.n.m.

- **Humedad.** La humedad relativa influye sobre la calidad de los frutos, la mandarina en regiones donde la humedad relativa es alta, tiende a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y mejor calidad, la baja humedad favorece a una mejor coloración de la fruta. El rango adecuado de humedad puede considerarse entre 60 a 70%.
- **Suelo.** Los cítricos se adaptan a una diversidad de suelos, la profundidad es muy importantes, ya que la parte activa del sistema radicular puede llegar hasta una profundidad de 1.5 m. además el buen drenaje es importantes para la productividad del cultivo. Prefiere suelos arenosos, profundos frescos y sin caliza con pendientes menores a 32%, con pH entre 5.5 a 7 no tolera la salinidad.

3.1.7 Producción a nivel mundial de mandarina

Los principales productores de mandarina en el mundo son, China, España y Marruecos participando respectivamente con el 57.2%, 6.48% y 3.72% de la producción mundial. Otros países que merecen mencionarse son; Turquía, Egipto, Brasil y Japón (FAO, 2014).

Cuadro 2. Principales productores de mandarina del mundo

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	11000	12650	14200	14000	16000	17000	17850
España	2077	2228	2000	2197	2117	1876	2023
Marruecos	421	532	635	716	730	668	1162
Turquía	473	756	846	859	872	875	1047
Egipto	748	758	797	848	885	937	957
Brasil	1080	1094	1122	1005	960	960	938
Japón	1193	1007	1116	857	1001	846	930
Italia	560	764	827	827	735	847	760
Irán	582	720	748	711	733	741	741
EE.UU.	540	449	541	617	631	661	726
Corea	746	593	740	565	586	667	672
Pakistán	596	554	559	515	525	525	525
México	450	442	409	406	450	430	430
Otros H. Norte	1525	1255	1036	1146	1203	1197	1139
Otros H. Sur	1025	1106	1148	1243	1151	1170	1304

Fuente: FAO, 2014.

3.1.8 Producción en Bolivia

La producción de cítricos a nivel nacional llega a 220.738 toneladas, de las cuales 125.989 toneladas que representan 57.1% corresponde a la naranja, 43.568 toneladas que representan 19.8% corresponde a la mandarina y 51.181 toneladas que representan el 23.1% corresponde a los demás cítricos, de acuerdo con los resultados del Censo Agropecuario 2013, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013).

En el Censo Agropecuario revelo que si bien la producción de naranja es mayor en relación con otros cítricos, la superficie de cultivo de esta fruta es menor a la de la mandarina (INE, 2013).

Así también en Bolivia se detalla la producción del cultivo de mandarina, siendo Cochabamba el departamento con mayor cantidad de producción con 17.727 toneladas, le sigue La Paz con 13.809 y Santa Cruz con 6.684 (INE 2013).

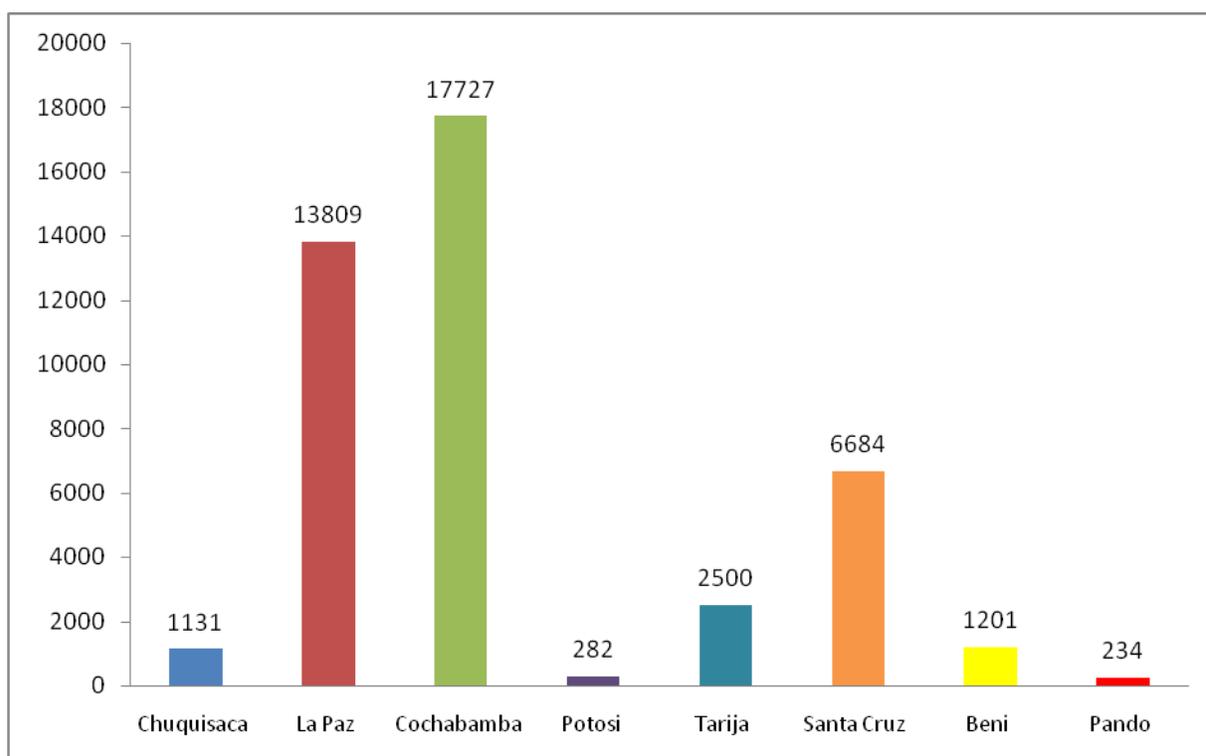


Figura 1. Número de Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs), según departamento 2013 Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013).

3.1.9 Manejo agronómico

Para poder tener un buen manejo agronómico de los cítricos es necesario tener en cuenta varios aspectos que son importantes en la producción de los cítricos (ANACAFE, 2004).

3.1.9.1 Preparación del suelo

Según ANACAFE (2004), indica que una vez seleccionado el lugar de siembra se procede hacer el trazo de la plantación, colocando estacas de acuerdo a la distancia de siembra y la topografía del terreno, si el terreno es inclinado el trazo se hará en curvas de nivel. El tamaño del hoyo de siembra dependerá de la textura del suelo:

- En suelos franco arenosos las dimensiones podrán ser de 40 x 40 x 40 cm.
- En suelos franco arcillosos las dimensiones son de 60 x 60 x 60 cm.
- El ahoyado se lo hace con bastante anticipación antes de la siembra.

3.1.9.2 Formas de propagación

En teoría en los cítricos es posible la propagación sexual mediante semillas que son apomicticas (poliembrionicas) y que vienen saneadas. No obstante la producción a través de semillas presenta una serie de inconvenientes, dan plantas que tiene que pasar un periodo juvenil, que además son bastante más vigorosas y que presentan heterogeneidad (ANACAFE, 2004).

Por lo tanto es preferible la propagación asexual y en concreto mediante injerto de escudete, realizándolo en el mes de marzo dando prendimiento muy bueno. Si se precisa de reinjertar para cambiar de variedad, se puede hacer el injerto de chapa que también da muy buen resultado. El estaquillado es posible en algunas variedades de algunas especies, mientras que todas las especies se pueden micropropagar, pero en ambos casos solamente se utilizarán como plantas madres para posteriores injertos (ANACAFE, 2004).

3.1.9.3 Distancia y época de siembra

Los marcos empleados son menores que en la naranja, excepto en el caso de híbridos “*Fortunella*” con marcos de 6 x 6 m. para las mandarinas más pequeños se aplican marcos de 4.5 x 4.5 m. (ANACAFE, 2004).

Si se tiene buena disponibilidad de riego se puede sembrar cualquier época del año, caso contrario la época más recomendada es al inicio de la época de lluvias. Se deben sembrar árboles injertados, libre de plagas y enfermedades, formada por 3 a 4 ramas y una buena formación del sistema radicular (ANACAFE, 2004).

3.1.9.4 Fertilización

Demanda mucho abono (macro y micro nutrientes), lo que supone gran parte de los costos, es una planta que frecuentemente sufre de deficiencias destacando la carencia de magnesio, que está relacionado con el exceso de potasio y calcio que se soluciona con aplicaciones foliares. Otra carencia frecuente es la del zinc que se soluciona aplicando sulfato de zinc (ANACAFE, 2004).

Cuadro 3. Plan de fertilización en los primeros cuatro años, cantidad de fertilizante expresado en gramos por año.

Tipos de Fertilizantes		1 ^{er} Año	2 ^{do} Año	3 ^{er} Año	4 ^{to} Año
Sólidos	Nitrato de Amonio	150	190	270	350
	Nitrato de Potasio		70	120	160
	Fosfato Monoamónico		40	75	100
	Nitrato Magnésico		30	60	115
Líquidos	N - 20	250	100	60	50
	NPK 12 - 4 -6		500	850	1150
	Nitrato Magnésico		30	60	115
	Quelatos de Hierro	6	10	15	20

Fuente: ANACAFE, 2004.

3.1.9.5 Riego

La mandarina es una especies que demanda grandes cantidades de agua 9000 a 12000 m³/ha, en parcelas pequeñas se aplica el riego por inundación, aunque hoy en día se emplea el riego localizado y el riego por aspersion (ANACAFE, 2004).

3.1.9.6 Poda

Es una especie que puede ser muy productiva por lo que es frecuente la ruptura de las ramas y suelen instalarse estructuras de soporte, es necesaria una poda anual con objeto de eliminar las ramas muertas, débiles y enfermas y vigorizar el resto de la vegetación (ANACAFE, 2004).

3.1.9.7 Plagas y enfermedades

Los cítricos son especies subtropicales que se adaptan a condiciones adversas, pero son especies susceptibles a las plagas y enfermedades, mencionaremos algunas que son importantes prevenir.

a) Plagas

Minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*)

Esta plaga apareció en España en 1993 y está causando bastantes daños, afecta a todos los cítricos, limonero, naranjo, mandarina y pomelo. El adulto es una mariposa de 8 mm. con las alas abiertas, tiene entre 5 a 10 generaciones en un año, al nacer la larva penetra en las hojas y labra galerías dañando los brotes tiernos.



Figura 2. Minador de los cítricos y el efecto que causa en las hojas de los cítricos.

El control es complicado debido a que la larva se encuentra bien protegida dentro de las hojas y el producto no llega a la plaga. Hay que observar detenidamente las brotaciones con el objetivo de detectar los primeros estados larvarios. Los tratamientos deben efectuarse cuando las nuevas hojas tengan entre 3 a 5 cm. de longitud (ANACAFE, 2004).

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Son unas arañas pequeñas (ácaros) de color rojo que apenas se ven, se asientan sobre todo en el envés de las hojas y se puede observar finísimas telarañas (ANACAFE, 2004).

Aparecen cuando el ambiente es seco y cálido, por lo que se debe vigilar todo el verano. En ambiente húmedo no se desarrolla por lo que es muy bueno pulverizar con agua. La araña roja provoca un amarillento y puntos amarillos o pardos, luego se abarquillan se desecan y caen las hojas (ANACAFE, 2004).



Figura 3. Araña roja y el efecto que causa en las hojas de los cítricos.

El control que se debe emplear es eliminar todas las hierbas de las parcelas porque se refugian ahí, cuidado con el exceso de abono nitrogenado que favorece a esta plaga, para su tratamiento se emplea productos químicos (ANACAFE, 2004).

b) Enfermedades

Gomosis (*Phytophthora parasitica*)

La gomosis se forma en la base del tronco se observa un oscurecimiento de aspecto triangular, debido a que el patógeno procede de la raíz y va extendiéndose, esta zona se agrieta y exuda goma en la parte del tallo o en las ramas (ANACAFE, 2004).

La savia no circula bien a las hojas y estas se ponen de color verde claro y el nervio central se amarillea, las hojas nuevas y los frutos son pequeños. Si se levanta la corteza de la zona afectada, se observa un color oscuro en la madera que se extiende hacia el tronco y las raíces (ANACAFE, 2004).



Figura 4. Efecto de la gomosis, afecta a todas las especies de los cítricos.

Los principales síntomas consisten en un debilitamiento general del árbol, las hojas se amarillean y la vegetación se empobrece, cuando la enfermedad está más adelantada, se observa en ramas y troncos una exudación gomosa, que algunas veces se manifiesta incluso sobre los frutos (ANACAFE, 2004).

Los medios de control consisten en sanear las zonas afectadas y aplicar algunos productos de cobre o alguno específico llamado (Persindol), o utilizar productos sistémicos, se debe evitar el encharcamiento del suelo y también la falta de agua, evitar las lesiones en el cuello, en ocasiones puede producirse también como reacción de los árboles a heridas producidas en las raíces por aperos de labranza (ANACAFE, 2004).

Tristeza de los cítricos (*Citrus tristeza closterovirus*, CTV)

El virus de la tristeza es causante de una de las enfermedades más graves de los cítricos, es originario del sureste asiático donde al parecer existió por cientos de años sin que fuera identificado. Esta enfermedad fue introducida en Sur América, concretamente en Argentina en materiales de naranjo dulce injertados sobre limones rugosos procedentes del Sur de África en 1930 (ANACAFE, 2004).

Los síntomas que presenta son amarillamiento de la nervadura principal o amarillamiento progresivo en las hojas viejas, deterioro rápido de la planta, secamiento progresivo de las ramas a partir de las extremidades, también puede ocurrir necrosis de los tubos cribosos y pudrición de las raicillas. Estos síntomas van acompañados de reducción de área foliar, la clorosis que semeja deficiencia de zinc, manganeso u otros nutrientes. También induce frutos pequeños y con deformación (ANACAFE, 2004).



Figura 5. El virus de la tristeza de los cítricos y su efecto en el follaje.

El virus de la tristeza puede ser transmitido mecánicamente a través de heridas por injerto, por plantas parasitas y por diferentes especies de afidos que portan el virus de la tristeza de los cítricos (ANACAFE, 2004).

A pesar de que el virus de la tristeza es posible eliminarlo del tejido vivo por medios tales como clones nucelares, termoterapia y microinjertos de ápices caulinares. La presencia del insecto vector vuelve a contaminar las plantas en condiciones de campo, existe otros métodos de control como portainjertos tolerantes a los virus (ANACAFE, 2004).

Finalmente existe la posibilidad de generar cítricos resistentes al virus de la tristeza de los cítricos por medio de la biología molecular, como hibridaciones somáticas y la obtención de plantas transgénicas, que a largo plazo puede ser herramientas de gran utilidad (Corrales, 1996).

3.1.9.8 Variedades importantes

Los cítricos presentan una gran cantidad de variedades, entre estas podemos mencionar aquellas que son las más empleadas debido a su importancia económica (ANACAFE, 2004).

- **Mandarina Dancy (*Citrus reticulata*, var. Dancy):** Se adapta desde los 400 a 1100 msnm, fruto redondo, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza suavemente granulada, poca semilla y tamaño mediano.
- **Mandarina Roja (*Citrus reticulata*, var. Roja):** Se adapta desde los 400 a 1100 msnm, fruto alargado, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza porosa, bastante semilla y tamaño mediano.
- **Mandarina Reina (*Citrus reticulata*, var. Reina):** Se adapta desde los 400 a 1100 msnm, fruto alargado, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza gruesa, bastante semilla, tamaño grande.
- **Mandarina Clementina (*Citrus reticulata*, var. Clementina):** Se adapta desde los 400 a 1100 m.s.n.m., fruto globoso, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza granulada, poca semilla tamaño de pequeña a mediano

3.2 Fertilizantes foliares

Los fertilizantes foliares son compuestos de origen orgánico o químico que ayudan a mejorar el desarrollo vegetativo de los cultivos, cuando el suelo presenta deficiencia de nutrientes (DISAGRO, 2009).

Un fertilizante foliar es un producto fertilizante que está diseñado para ser aplicado directamente a las hojas de una planta. La fertilización foliar es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización del suelo. Esta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes (Antonio, T.S. y Diana, A.M. 2010).

Un fertilizante es un compuesto de origen natural o sintético (artificial), que provee a las plantas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo, crecimiento, reproducción u otros procesos. En otras palabras es comida para las plantas (DISAGRO, 2009).

Un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición de las plantas, pero éstos pueden estar en forma no disponible para ser absorbidos por la raíz, como ocurre frecuentemente con el Fe y el P en los calcisoles o en suelos de pH alcalino he ahí la importancia de los fertilizantes foliares (Tisdale y Nelson, 1991).

3.2.1 Origen

La fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años. En 1844 se reporta que en Francia se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente (Eibner, 1996).

Por décadas la fertilización foliar ha sido un método establecido de aplicación de nutrientes desde que se demostró, al rededor del año 1850, que las plantas pueden absorber nutrientes por las raíces y las hojas (Romheld V., 2000).

Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente (Eibner, 1996).

A partir de 1950, cuando se empezaron a utilizar radioisótopos en la agricultura, mejores técnicas de laboratorio y aparatos para el rastreo y análisis de nutrimentos del tejido vegetal, se lograron avances más claros sobre la efectividad de la fertilización foliar (Pérez, 1998).

3.2.2 Objetivos de la aplicación de fertilizantes foliares.

José, M. y Mónica B. (2010), mencionan que los objetivos que persiguen los fertilizantes foliares son los siguientes:

- Maximizar la eficiencia de uso de los fertilizantes (obtener el máximo rendimiento con menor dosis de fertilizante).
- Minimizar el impacto ambiental, preservar la calidad del ambiente, produciendo rendimientos óptimos de los cultivos.
- Reducir el tiempo y necesidades de energía en las aplicaciones.

3.2.3 Función de los fertilización foliar

José, M. y Mónica B. (2010), indica que fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos, tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales al metabolismo que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunas de estas funciones se indican a continuación:

- Corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta.

- Corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común en el suelo.
- Abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo.
- Mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta.
- Hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha.

3.2.4 Ventaja de los fertilizantes foliares

Boaretto y Rosolem (1989), menciona que las ventajas de los fertilizantes foliares son las siguientes:

- Permite una rápida utilización de los nutrientes.
- Permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo.
- Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas economizando labores.
- Es la mejor manera de aplicar micronutrientes a los cultivos.
- Ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas.
- Permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o estrés, anegamiento, sequía y bajas temperaturas.
- Estimula la absorción de nutrientes, tiene un efecto parcialmente estimulante de los procesos productivos de la planta.

3.2.5 Limitaciones de los fertilizantes foliares

Boaretto y Rosolem (1989), menciona que las principales limitaciones de los fertilizantes foliares se enumeran a continuación:

- **Riesgo de fitotoxicidad:** Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas. Para cada nutriente existen valores límites de concentración, sobre estos la planta es afectada en su normal desarrollo.
- **Requiere un buen desarrollo foliar:** La nutrición foliar depende de la absorción que se realizara a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado la aplicación no será eficiente. Los mejores resultados se obtuvieron mientras mayor sea el desarrollo del follaje.
- **Perdidas en la aspersión:** Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada se debe asegurar un buen desarrollo del follaje. Luego se deben aplicar grandes cantidades de solución. Resultando inevitable que una gran parte de esta escurra por gravedad y caída al suelo. Por esto es conveniente evaluar la utilización de aditivos, de tal manera de minimizar estas pérdidas (Boaretto y Rosolem 1989).
- **Costos de materias primas:** Para las aplicaciones foliares se requiere sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad.
- **Dosis limitadas de macronutrientes:** Es la elevada magnitud de nutrientes, limita la nutrición foliar de estos elementos, quedando restringida a complementar la fertilización al suelo.

3.2.6 Composición química de los fertilizantes

Los fertilizantes foliares están compuestos por varios componentes entre estos tenemos, fitohormonas, auxinas, ácidos, citoquininas y otros compuestos (Hartmann y Kester, 1998).

3.2.6.1 Fitohormonas reguladoras de crecimiento

Las fitohormonas son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes, producidos en la planta, los cuales en concentraciones bajas regulan el proceso fisiológico vegetal, se mueven de un sitio de producción a un sitio de acción. Sin embargo las sustancias reguladoras de crecimiento en vegetales son compuestos sintéticos que modifican el proceso fisiológico de las plantas, regulan el crecimiento imitando a las hormonas vegetales, influyen en la síntesis, destrucción, translocación o posiblemente modificando los sitios de acción de las hormonas (Hartmann y Kester, 1998).

3.2.6.2 Auxinas

Las auxinas son hormonas derivadas del aminoácido triptófano, siendo la más común el ácido indolacético (AIA). Se producen en los ápices del tallo, y viajan hacia abajo por el floema. Las auxinas actúan sobre las células meristemáticas produciendo su alargamiento, debido a que reblandecen sus paredes celulósicas (Hartmann y Kester, 1998),

Al mismo tiempo, entra agua en las células, con lo que aumenta la turgencia y su volumen. También provocan un aumento del metabolismo celular. Así es como producen el crecimiento en longitud del tallo. Otras funciones que también desempeñan las auxinas en las plantas son:

- Inhiben el crecimiento de las yemas axilares, favoreciendo así el crecimiento de las yemas apicales. Favorecen el crecimiento en longitud e impiden la ramificación de la planta.
- Activan al cambium para producir xilema y floema, por lo que favorecen el crecimiento en grosor del tallo.
- Provocan la aparición de raíces en los esquejes de los tallos.
- Facilitan el cuajado de los frutos.

Las auxinas intervienen en el crecimiento del tallo, la formación de raíces, activación de las células del cambium, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de hojas y frutos (Hartmann y Kester 1998).

3.2.6.3 Citoquinina

Son sustancias derivadas de las purinas, siendo una de ellas la zeatina, que es relativamente abundante. Se producen en los ápices de las raíces y viajan hasta el tallo y las ramas por el xilema. Su actividad a nivel celular resulta de su estimulación del proceso de división celular, por lo que en general estimulan el crecimiento (Boutherin, 2002).

Otras actividades realizadas por las citoquininas son también:

- Favorecen el desarrollo de las yemas axilares para producir ramas y de los brotes tras el periodo invernal y en los bulbos y tubérculos.
- Detienen la caída de las hojas.
- Retrasan el envejecimiento y la muerte de los órganos que las poseen, por lo que se conocen como hormonas de la juventud.

3.2.6.4 Carbohidratos

Los carbohidratos son la formación de hidratos de carbono es un azúcar sencillo, la glucosa que se puede encontrar tanto en los alimentos como en el cuerpo humano, los carbohidratos se forman gracias a la fotosíntesis que realizan las plantas (Boutherin, 2002).

3.2.6.5 Aminoácidos

Están constituidos por aminoácidos, péptidos, polipéptidos, polisacáridos y otros componentes procedentes de la hidrólisis de proteínas, de origen animal y vegetal, por acción enzimática, térmica o de ácidos fuertes, tales como sulfúricos y clorhídricos (Boutherin, 2002).

3.2.6.6 Macronutrientes y micronutrientes

Los elementos esenciales se clasifican según un criterio de cantidad, en macronutrientes y micronutrientes. La diferencia se encuentra en las concentraciones relativas que presentan unos y otros en los tejidos vegetales (Hartmann y Kester 1998).

Consideramos macronutrientes minerales a los que están presentes en el tejido por encima del 0.1%, y son: N, S, P, K, Ca y Mg. Son los nutrientes que más requiere la planta para su desarrollo vegetativo en gran cantidad, y estos están presentes en todo el ciclo vegetativo de la planta (Hartmann y Kester 1998).

Los micronutrientes forman parte importante en la nutrición de las plantas. La primera fuente de aporte de ellos fueron sales inorgánicas como: los sulfatos, nitratos de cloruro y óxidos, las cuales no forman parte del metabolismo de las plantas, pero debido a su necesidad se tuvieron que usar, a pesar del alto riesgo de causar fototoxicidad y/o quemado del follaje de las plantas (Hartmann y Kester 1998).

Los micronutrientes son K, Ca y Mg, desempeñan funciones que tiene que ver con el agua y la conformación de proteínas (Hartmann y Kester 2002).

3.2.6.7 Quelatos

Un quelante o secuestrante o antagonista de metales pesados, es una sustancia que forma complejos con iones de metales pesados. A estos complejos se los conoce como quelatos, palabra que proviene del griego chele que significa (garra). Una de las aplicaciones de los quelatos es evitar la toxicidad de los metales pesados para los seres vivos (Boaretto y Rosolem, 1989).

Cuando los quelatos orgánicos entran a las células del floema, hay una mayor concentración de carbohidratos, por lo tanto hay una creciente actividad osmótica, el agua se difunde a través de las células del floema, esto aumenta la presión dentro de los tubos conductores, lo que permite que los elementos nutritivos se muevan de célula a célula, hasta llegar a los órganos de la planta donde se necesiten.

Cuadro 4. Tipos de quelatos orgánicos y sintéticos.

Nueva Línea Quelatos Orgánicos	Quelato EDTA Sintético	Quelato EDDHA Sintético
Estabilidad del pH de la solución de 4 - 10	Estabilidad del pH de la solución de 6 - 7	Estabilidad del pH de la solución de 4 - 10
Libres de N	Con y sin N	Con o sin N
Translocación vía xilema y floema	Translocación vía xilema	Translocación vía xilema
Moléculas pequeñas	Molécula mayor	Molécula mayor
Mayor absorción	Menor absorción	Menor absorción
Menor dosis	Mayor dosis	Mayor dosis

Fuente: Boaretto y Rosolem, 1989.

Propiedades del quelantes:

- Alta solubilidad en agua.
- Resistencia a la biotransformación.
- Capacidad de llegar a sitios donde se puede acumular el metal.
- Capacidad para formar complejos no tóxicos a partir de metales tóxicos.
- Mantenimiento de su actividad quelante en el pH de los fluidos.

3.2.7 Factores que determinan la eficiencia de los fertilizantes foliares

Par un buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar (Antonio T. y Diana A. 2010).

3.2.7.1 Relacionado con la formulacion foliar

- **Surfactantes y adherentes:** Favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja. Un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentración de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora.

- **pH de la solución:** El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar, influye en la absorción de esta en la hoja.
- **Presencia de sustancias activadoras:** Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeñando la misma función en la absorción de fósforo (Antonio T. y Diana A. 2010).
- **Nutrimento y el ion acompañante en la aspersión:** La absorción de nutrimentos está relacionada con capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influyente en este intercambio. Los iones K y NH₄ requieren un H en el intercambio. Mientras que el Ca² y el Mg² requieren de dos H, por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias (Antonio T. y Diana A. 2010).
- **Concentración de la solución:** La concentración de la sal portadora de un nutrimento 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 la absorción.

3.2.7.2 Relacionadas con el ambiente

- **Temperatura:** La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar. Dependiendo de la especie y la temperatura es más conveniente la absorción a los 21°C.
- **Luz:** Es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta.
- **Humedad:** La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica, por consiguiente una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener la humedad de la hoja.

- **Hora de aplicación.** Este ultimo factor esta relacionado con la humedad, la cual debe practicarse o muy temprano o en las tardes, segun la condicion de la region (Antonio T. y Diana A. 2010).

3.2.7.3 Relacionado con la planta

- **Edad de la planta y hoja.** La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica que las plantas y hojas jóvenes son las que tiene mayor capacidad de absorción de nutrientes vía asperción foliar (Antonio T. y Diana A. 2010).

3.3.8 Categorización de los fertilizantes foliares

De acuerdo con el objetivo que persiguen los fertilizantes foliares se pueden dividir en seis categorías (Boaretto y Rosolem 1989).

- **Fertilización sustitutiva:** Se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar.
- **Fertilización complementaria:** Consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y la otra a follaje, generalmente se utiliza para suplir.
- **Fertilización estimulante:** Consiste en la aplicación de formulaciones de NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas. Las cuales inducen en un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en periodos de gran demanda nutricional, o en periodos de tensión hídrica.
- **Fertilización complementaria en estado reproductivo:** Puede realizarse en 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 para limitar la absorción de los iones requeríos por la planta.

- **Fertilización correctivos:** Es aquella en la cual se suministra elementos para superar las deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de la planta.
- **Fertilización preventiva:** Se realiza cuando un determinado nutriente es deficiente en el suelo.

3.2.9 Basfoliar Algae

Basfoliar Algae se produce a partir de algas que proviene de las costas del Océano Pacífico, el que por sus aguas frías y oscuras induce a las algas a la producción de altos contenidos de carbohidratos, fitohormonas y vitaminas, compuesto que se mantienen en forma intacta en el extracto gracias al moderno y sofisticado proceso de extracción. Además Basfoliar Algae esta complementado con minerales y aminoácidos (CAMPO, 2005).

Todos estos elementos se potencian con la incorporacion de azúcares alcoholes, un eficiente e innovador elemento bioestimulador para las plantas. Asi Basfoliar Algae es el bioestimulador más completo y potente (CAMPO, 2005).

3.2.9.1 Características físicas

- Apariencia liquido verde.
- Densidad aparente 1.14 a una temperatura de 20°C
- pH 4.8 - 5 disolución al 5%

3.2.9.2 Modo de acción

Basfoliar Algae actúa en el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de las células de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático. Este efecto se traduce en un mejor crecimiento vegetativo adecuado desarrollo de la raíz, floración, fructificación y desarrollo del fruto (CAMPO, 2005).

3.2.9.3 Propiedades y ventajas

Propiedades y ventajas del fertilizante foliar Basfoliar Algae (CAMPO, 2005).

- Basfoliar Algae promueve plantas más grandes y más vigorosas.
- Ayuda al cultivo en situaciones de estrés, aumenta el rendimiento.

Basfoliar Algae estimula el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula. De esta manera, bio estimula a la planta:

- Aumenta el desarrollo vegetal, logra frutas y verduras de alta calidad.
- Recuperándola de diversos tipos de estrés, sequías, inundaciones, heladas, trasplantes y aplicaciones de herbicidas.
- Logra crecimiento vegetal, a pesar de las sobrecargas.
- Logrando buen desarrollo en la siembra o plantaciones tardías.
- Miscibilidad, puede mezclarse con casi todos los productos fitosanitarios de uso corriente.
- Gracias a los azúcares alcoholes la velocidad de respuesta en las plantas es muy alta, es un producto ecológico y biodegradable, no es tóxico para la planta.

3.2.9.4 Composición química

El fertilizante foliar Basfoliar Algae está compuesta de minerales como ser: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro, molibdeno y zinc. También cuenta con aminoácidos: alanina, glicina, valina, serina, prolina y otros aminoácidos, en las fitohormonas de crecimiento tenemos, auxinas y citoquininas. En los carbohidratos cuenta con glucosa, fructuosa, xilosa, galactosa y manosa. También cuenta con vitaminas como ser A, B1, B2 y C, carotenoides y ácido pantoténico, biotina, ácido fólico y ácido nicotínico. Entre los azúcares y alcoholes cuenta con carbohidratos y bases orgánicas (CAMPO, 2005).

3.2.10 Rendimax

Es un producto biológico de nueva generación obtenido a través de una rigurosa y intensa investigación. Sus resultados han sido ampliamente comprobados en una gran cantidad de cultivos anuales y perennes, hortalizas, frutales, plantas ornamentales y flores (IMPAGRO, 2010).

Rendimax es una formulación estabilizada diferente a productos competidores, compuesta de microorganismos beneficios (bacterias y hongos), hormonas, enzimas, macro y micronutrientes regulares de crecimiento y agentes de absorción, suspendidos en una solución doblemente filtrada de ácidos húmicos de la más alta calidad (IMPAGRO, 2010).

3.2.10.1 Método de preparación y aplicación del producto

El fertilizante foliar Rendimax es absorbida vía foliar rápidamente cuando las condiciones del suelo o del cultivo no permiten el suministro del nitrógeno a través de las raíces, de esta manera puede complementar las aplicaciones al suelo.

3.2.10.2 Beneficios

- Ayuda a incrementar el tamaño y calidad de los frutos.
- Corrige los síntomas de insuficiencia de nitrógeno como clorosis en el cultivo, hojas amarillentas y secas, madurez tardía, poca fruta y semilla pequeña.

3.2.10.3 Composición química

El fertilizante Rendimax está compuesto por, minerales tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y otros micronutrientes, cuenta con fitohormonas auxinas, también cuenta con vitaminas tales como, A, B1, B2 y C entre los aminoácidos tenemos, alanina, glicina, treonina y valina, en los carbohidratos cuenta con glucosa, fructosa y manosa (IMPAGRO, 2010).

3.3 Sustratos

El término sustrato se aplica a todo material sólido distinto del suelo, cuyo origen puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que colocado en un contenedor, en forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por lo tanto un papel de soporte para la planta.

De un modo más sencillo se puede definir como sustratos aquellos materiales que, puros o mezclados, son empleados para remplazar al suelo en el cultivo de plantas en contenedores (macetas, bandejas multiceldas, sacos). En general, a los sustratos se les conoce como “tierra para macetas” (Valenzuela y Gallardo, 1998).

3.3.1 Función de los sustratos

La principal función de los sustratos es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Hartmann y Kester, 2002).

Son el medio de soporte de las plantas y suministran a las raíces el agua y los nutrientes requeridos para el crecimiento vegetal. Su importancia radica en que gran parte de las especies ornamentales, forestales, frutales y plantines hortícolas que se producen en contenedores (Valenzuela y Gallardo, 1998).

En síntesis, un buen sustrato desde el punto de vista físico debe ser liviano, esponjoso y con buena capacidad de almacenar agua. Por otra parte, los sustratos compuestos principalmente por materiales orgánicos como el compost, lombricompostos, estiércoles de animales, aportan cantidades adecuadas de nutrientes (Tonelli, 2003).

Los aspectos químicos importantes son el pH y el nivel de salinidad, el pH indica el grado de acidez y alcalinidad, es una característica que influye sobre el crecimiento y la cantidad de nutrientes disponibles en el sustrato para que lo tomen las plantas (Valenzuela y Gallardo, 1998).

3.3.2 Tipos de sustratos

La elección de materiales para la elaboración de los sustratos está determinada por la disponibilidad local, su costo, para que cultivo se lo va a emplear, sus propiedades, la experiencia previa que se tiene en el empleo del material y su impacto ambiental, y se clasifican de acuerdo a su origen, elementos que pueden ser utilizados en la preparación de sustratos (Valenzuela y Gallardo, 1998).

3.3.2.1 Materiales orgánicos

Resaca de monte, resaca de río, hojas de pino, turba, subproductos y desechos de actividades agropecuarias, industriales o urbanas, residuos sólidos urbanos, estiércol de animales de granja (vacunos, ovejas, caballo, gallinas, camas de pollos residuos de conejeras), desecho de industria de alimentos y de madera la mayoría de estos elementos deberían ser descompuestos previamente o compostados, para optimizar sus propiedades como materiales para la formulación de sustratos (Tonelli, 2003).

3.3.2.2 Materiales inorgánicos

Los sustratos inorgánicos se pueden utilizar para el sistema hidropónico: Arena, perlita, vermiculita, arcilla expandida (Tonelli, 2003).

3.3.3 Usos de los sustratos

Las características de un sustrato cambian según la finalidad de su uso:

- **Semillero:** Textura fina, alta capacidad de retención de agua capacidad de nutrición y con un bajo nivel de salinidad.
- **Crecimiento y desarrollo:** Textura media y gruesa, con mayor capacidad de aireación, nivel óptimo de fertilizantes, buen drenaje.
- **Enraizamiento de estacas:** Tener muy buena porosidad, alta capacidad de retención de agua, junto con un buen drenaje para permitir una aireación adecuada.

3.3.4 Gallinaza

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso (Yagodin et. al., 1986).

Es un apreciado abono orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción, lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad (Yagodin et. al., 1986).

Pertenece a la categoría de los estiércoles, pero presenta características especiales. Como las aves defecan por una cloaca, sus deyecciones líquidas y sólidas no se producen por separado, por lo que la recogida de estas presenta menos dificultades que con otros estiércoles. Su contenido de nutriente es superior al de otros estiércoles (Arzola et al., 1981).

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de bocashi. El aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad. La mejor gallinaza es de cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. La gallinaza de pollo de engorde presenta residuos de coccidiostáticos y antibióticos que interviene en el proceso de fermentación (Restrepo, 1998).

3.3.4.1 Función de la gallinaza

Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes principales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, pero el que mayor concentración presenta es el nitrógeno (Restrepo, 1998).

La gallinaza se puede usar en la mayoría de los cultivos, pero por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizante nitrogenado para evitar su exceso (FAO, 2006).

3.3.4.2 Composición química de la gallinaza

En el cuadro siguiente se puede ver los resultados del análisis de la gallinaza como fertilizante. Del resultado del análisis destacan las siguientes características.

Una buena relación muy bien proporcionada de N-P-K para su utilización como abono completo. Un nitrógeno orgánico de liberación lenta. Un elevado contenido de materia orgánica. Un nivel muy alto de calcio, un elemento que mejora la estructura de los suelos participando en los mecanismos de intercambio catiónico. Una relación C/N muy baja más que cualquier estiércol (TECNAMED, 2004).

Cuadro 5. Composición química de la gallinaza.

Materia seca	83.1	%
pH	7.9	%
Materia orgánica	58	%
Nitrógeno	4	%
Fósforo	2.6	%
Potasio	2.3	%
Calcio	9.5	%
Magnesio	0.8	%
Sodio	0.3	%
Hierro	506.1	mg/kg
Manganeso	297.5	mg/kg
Cobre	37.4	mg/kg
Zinc	531.8	mg/kg
Relación C/N	7.26	
Conductividad	4.57	dS/m
Densidad	500	kg/m ³

Fuente: Técnica Agraria Medioambiental, S.L. TECNAMED 2004.

3.3.4.3 Ventajas de la gallinaza

Alude que la gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades (Pérez, M. y Villegas, R. 2009).

De hecho la gallinaza puede ser el mejor fertilizante, que cualquier otro abono incluyendo el de vaca o el de borregos, precisamente porque la alimentación de las gallinas suele ser más rica y balanceada que la postura natural de las vacas o los borregos. La utilización de gallinaza como abono para cultivos resulta ser una opción muy recomendable debido al bajo costo que representa y a lo rico de la mezcla (TECNAMED, 2004).

3.3.4.4 Propiedades de la gallinaza

La gallinaza es un fertilizante orgánico que combina todos los nutrientes esenciales N, P, K y otros macro y microelementos, con un alto contenido de materia orgánica. Esto hace que sea un producto que ejerce unos efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando el rendimiento de los cultivos (TECNAMED, 2004).

Para la física del suelo: Los efectos más notables en que se pueden observar en el suelo son los siguientes:

- Favorece la estabilidad del suelo al mantener floclado el complejo arcillo húmico.
- Facilita los mecanismos de distribución del aire entre el suelo y la atmosfera exterior.
- Permite la circulación del agua en el suelo al impedir la destrucción de agregados y el taponamiento de los poros y aumento la capacidad de retención del agua.

Para la química del suelo: Juega un papel decisivo en los siguientes aspectos.

- Es un fertilizante completo, conteniendo los principales elementos necesarios para un óptimo rendimiento de los cultivos N, P, K, Ca, Mg y otros microelementos y materia orgánica.
- Las formaciones del N y P actúan como fertilizantes de liberación lenta, por lo que son menos susceptibles de lavado que otros fertilizantes minerales.
- La formación de complejos orgánicos mejora la disponibilidad de los microelementos.
- La combinación de fertilizantes orgánicos y minerales consigue mayores rendimientos.

En el aspecto biológico y medioambiental: Las funciones más notables son:

- Es alimento para los cultivos y para los microorganismos del suelo.
- Favorece la respiración radicular.
- Incrementa la actividad microbiana.
- Mejora el enraizamiento disminuye la erosión del suelo.
- El aumento de la capacidad de retención de agua, disminuye la contaminación por el lavado de elementos fertilizantes.

Las propiedades que tiene la gallinaza hacen de este un fertilizante completo según Tecnificación Agraria y Medioambiental, S.L. (TECNAMED, 2004).

3.3.5 Tierra negra o materia orgánica

La materia orgánica del suelo está constituida por todo tipo de residuos orgánicos (vegetal o animal) que es incorporado al suelo. Para la productividad los primeros quince centímetros del suelo son los más importantes (INIFAP, 2001).

3.3.5.1 Función de la tierra negra

La tierra negra afecta el rendimiento de los cultivos dependiendo de las propiedades del suelo y del contenido de la materia orgánica, la materia orgánica está determinada por la cantidad de desechos que se incorpore, y por el manejo del suelo y la vegetación y de las condiciones ambientales. La tierra negra o materia orgánica cumple funciones muy importantes en los suelos entre estas tenemos:

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas.
- Es fuente de alimentos para microorganismos.
- Ayuda al suelo a mantener minerales, reduciendo su arrastre de perdidas.
- El agua puede penetrar mejor a través del suelo y se reduce la pérdida de suelo (erosión) por la lluvia.
- Mejora la penetración de las raíces.
- Disminuye los cambios bruscos de temperatura y humedad que dañan a las plantas.
- Mejora la retención de agua, sobre todo en los suelos arenosos.
- Favorece la producción de antibióticos naturales por parte de microorganismos alrededor de las raíces.

Esta son las funciones más importantes que desarrolla la tierra negra en los cultivos y en los suelos (INIFAP, 2001).

3.3.5.2 Importancia de la materia orgánica

La materia orgánica contiene grandes cantidades de nutrientes para las plantas, especialmente nitrógeno, y actúa como un depósito que los libera lentamente. Aun más, la materia orgánica proporciona la energía y los constituyentes celulares a la mayoría de los microorganismos (Labrador J., 1996).

La tierra negra o materia orgánica del suelo tiene un rol decisivo en el balance global del carbono, el cual es considerado el factor más influyente en el calentamiento global o efecto invernadero. A pesar de que la materia orgánica constituye sólo una pequeña fracción de la masa total en la mayoría de los suelos, es un componente dinámico que en muchas propiedades ejerce una influencia dominante física, química y biológica (INIFAP, 2001).

Facilitar el crecimiento de las plantas por los efectos ya mencionados, ciertos compuestos orgánicos presentes en los suelos tienen efectos estimulantes directos en el crecimiento de las plantas. Por todas estas razones, mejorar la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo es un factor esencial en el mejoramiento de la calidad del suelo (Labrador J., 1996).

3.3.5.3 Fuentes de tierra negra o materia orgánica

Las fuentes de la materia orgánica o tierra negra pueden ser muy variados ya que pueden contar con una gran variedad de fuentes sea tanto de residuos animales como de vegetales y estos pueden ser:

- Residuos de actividad ganadera como ser estiércoles, orines, pelos, plumas, huesos, etc.
- Residuos de actividades agrícolas, restos de cultivos, podas de árboles y arbustos, malezas, etc.
- Residuos de actividades forestales, como ser aserrín, hojas, ramas y ceniza.
- Residuos de actividades industriales, como ser pulpa de café, bagazo de la caña de azúcar etc.
- Residuos de actividades urbanas, basura doméstica, aguas residuales y materias fecales.
- Residuo de desechos humanos, que tratados adecuadamente son una fuente de materia orgánica.

3.3.6 Limo o lama

La lama o limo también llamado lodo o cieno blando y oscuro, se halla en el fondo de algunos mares, ríos, lagos y de lugares donde hay agua acumulada. El limo está constituido por materiales heredados o transformados pero no tienen carácter coloidal. Es una fracción donde las transformaciones son mayores y su composición mineralógica se parece a la de las arcillas son partículas con un alto contenido en filosilicatos de transformación o neoformación (Brady y Weil, 1996).

Cuadro 6. Clasificación granulométrica.

Fracción	Sistema Americano (mm.)	Sistema Internacional (mm.)
Arena muy gruesa	1 - 2	-
Arena gruesa	1 - 0.5	2 - 0.2
Arena media	0.5 - 0.25	-
Arena fina	0.25 - 0.10	0.2 - 0.02
Arena muy fina	0.10 - 0.05	-
Limo	0.05 - 0.02	0.02 - 0.002
Arcilla	< 0.002	< 0.002

Fuente: Brady y Weil, 1996.

El limo o lama puede ser empleado como sustrato para el almácigado de semillas en viveros (Brady y Weil, 1996).

3.3.7 Suelo o tierra del lugar

El suelo es un componente que nunca debe faltar en la formulación de un abono orgánico fermentado. En algunos casos puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono. Es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono y tiene la función de dar una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad (Brady y Weil, 1996).

El suelo también sirve de esponja que retiene, filtra y libera gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades. Dependiendo de su origen puede variar en el tamaño de partículas, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismos. Las partículas grandes del suelo como piedras, terrones y pedazos de palos deben ser eliminados (Restrepo. 1998).

3.4 Vivero

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como hemos visto, la producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre (JICA, 2014).

Del latín vivarium, un vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas, hasta alcanzar el estado adecuado para su distribución o venta, los viveros cuentan con diferentes clases de infraestructura según su tamaño y característica (Padilla, M. S., 1993).

La producción de plantas en vivero permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad, gracias a que se proporciona los cuidados necesarios y condiciones propias para lograr un buen desarrollo (JICA, 2014).

3.4.1 Los componentes básicos de un vivero

En los viveros se emplea elementos y herramientas que son necesarios para el buen manejo de un vivero con fines de producción (JICA, 2014).

3.4.1.1 Malla semisombra

En los cultivos de viveros se utiliza elementos o herramientas que permiten hacer el manejo adecuado de la cantidad de luz que llega a las plantas, por eso las mallas para vivero están diseñadas en diferentes porcentajes de densidad (JICA, 2014).

Cuanto mayor sea la densidad de los hilos y su grosor, mayor será la cobertura proporcionada, así mismo interviene el color de los hilos, ya que ayudan a controlar el espectro luminoso y tiene propiedades óptimas especiales que mejoran el paso de la radiación solar, permitiendo que las plantas utilicen esta luz durante su desarrollo (Padilla, M. S., 1993).

Las mallas se han convertido en el sistema de protección más empleado en los viveros, ya que no son solo utilizados para controlar la luz solar que ingresa a los cultivos, si no que suministra una protección completa, evidencia mayor rendimiento y uniformidad en las plantas (JICA, 2014).

3.4.1.2 Semilleros

Se trata de un lugar que se destine a la primera etapa del crecimiento de las plantas, hasta que llegue el momento de trasplantarlas a su sitio definitivo. Sus dimensiones suelen rondar el 10% del tamaño total del vivero. El almácigo consta de una capa de arena sobre la cual se siembra las semillas, ordenadas por especie y dispuestas en líneas divididas por tablas o cuerdas. Cuando las semillas germinan y alcanzan una altura promedio de 5 cm. es el momento de trasplantarlas a los lotes de crecimiento.

3.4.1.3 Bancos de tierra

Resulta de gran importancia disponer de la cantidad suficiente de tierra de buena calidad para cargar las bolsas. La tierra ideal no debe ser muy arcillosa y tener una buena porción de arena, la cual facilita la respiración de las plántulas, para tener mejores resultados, es recomendable que un 30% de la mezcla sea abono.

3.4.1.4 Bolsas o fundas

Para contener las plantas se debe utilizar bolsas de polipropileno, las cuales se venden en distintos tamaños, cada uno adecuado para cada tipo de plántula. Dependiendo de la necesidad una bolsa demasiado grande puede causar el desperdicio de materia prima, mientras que una demasiado pequeña puede interferir en el correcto desarrollo de la plántula (JICA, 2014).

3.4.1.5 Lotes de crecimiento

Se debe acondicionar con el número de plántulas y con la cantidad de materia prima disponible, según la especie el tiempo de cada ejemplar pasara en los lotes desde unos días hasta varios meses (Padilla, M. S., 1993).

3.4.1.6 Bodega

Sirve para mantener estable las condiciones de los abonos y además los materiales del vivero, como ser las herramientas, fertilizantes y otros de los rayos del sol (Padilla, M. S., 1993).

3.4.2 Factores que afectan al cultivo de plantas en vivero

Según JICA (2014), menciona que factores que pueden afectan a la producción de plantines dentro de viveros son los siguientes.

- **Sustrato:** El sustrato empleado generalmente es la turba, tierra, vermiculita, arena y abono.
- **Riego:** Es crucial para el buen desarrollo del cultivo, demasiada agua puede ocasionar micosis y otras enfermedades.
- **Luz:** La luz es necesaria para la fotosíntesis y para evitar micosis, la selección de onda de su espectro electromagnético ha de ser controlado con mayas semisombras.
- **Humedad y temperatura:** Es muy importante, puesto que afectan el grado de transpiración y evaporación.

3.4.3 Tipos de viveros

Los viveros son instalaciones para cultivar diferentes tipos de plantas y árboles. Según para que esta orientada la instalación existen diferentes tipos de viveros, entre estos podemos destacar los siguientes: viveros ornamentales, forestales y agrícolas.

3.5 Planta

Las plantas satisfacen sus necesidades de nutrientes principalmente por vía radicular. No obstante la mayoría de los órganos vegetales, incluyendo las ramas leñosas pueden absorber nutrientes en solución (Boaretto y Rosolem, 1989).

3.5.1 Mecanismos de absorción foliar en las plantas

Las plantas pueden absorber los nutrientes vía foliar, por tres rutas posibles:

- A través de los estomas
- A través de los ectodesmas
- A través de la cutícula

3.5.1.1 Estomas

Son aberturas que se encuentran en las hojas a través de las cuales se produce el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono CO_2 en los procesos de respiración y transpiración. Existen de tres a cuatro veces más estomas en la cara inferior de las hojas en comparación con los existentes en la cara superior. Esto es importante tomar en cuenta al efectuar las aspersiones, tratando de mojar mejor el follaje por debajo. Los estomas se encuentran cerrados durante la noche y durante los momentos más calurosos del día, la distribución de los estomas, así como el tamaño y forma, varía ampliamente de una especie a otra (Boaretto y Rosolem, 1989).

Para un máximo ingreso por los estomas, las aplicaciones foliares deben ser realizadas cuando los estomas se encuentran abiertos. Desde que los estomas se encuentran cerrados en la noche y durante el mediodía, es recomendable realizar las aplicaciones foliares temprano por la mañana. Asimismo existe menos evaporación durante la mañana lográndose así una mejor oportunidad para una máxima absorción por las hojas. Una alta humedad relativa durante el tiempo de aplicación favorecerá también una mayor absorción al minimizarse la evaporación (Boaretto y Rosolem, 1989).

3.5.1.2 Ectodesmas

Son espacios submicroscópicos en forma de cavernas que se encuentran en la pared celular y en la cutícula, que en parte pueden alcanzar la superficie de la cutícula (Boaretto y Rosolem 1989).

3.5.1.3 Cutícula

La absorción a través de la cutícula se produce porque esta al absorber agua se dilata, produciendo espacios vacíos entre las plaquitas aéreas, las cuales permiten la difusión de las moléculas (Boaretto y Rosolem, 1989).

Dado que las hojas jóvenes no tiene una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes son efectivas, cuando existe la mayor cantidad de follaje joven favorecerá un mayor desarrollo cuticular (Boaretto y Rosolem, 1989).

3.5.2 El proceso de absorción de nutrientes vía foliar

El proceso de absorción de los nutrientes tiene lugar en varias etapas:

- Aspersión de la superficie de la hoja con la solución con fertilizante foliar.
- Penetración a través de la capa externa de la pared celular.
- Entrada de los nutrientes en el apoplasto de las hojas.
- Absorción de nutrientes en el simplasto de la hoja.
- Distribución en las hojas y translocación fuera de ellas.

Una vez que ha ocurrido la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando las siguientes vías:

- La corriente de translocación vía xilema.
- Las paredes celulares.
- El floema y otras células vivas.
- Los espacios intercelulares.

La principal vía de translocación es el floema, desde la hoja donde se sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares de utilización o almacenamiento. Las soluciones nutritivas aplicadas al follaje, no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta que no se produzca el movimiento de sustancias orgánicas resultante de la fotosíntesis (Boaretto y Rosolem, 1989).

3.5.3 Algunos valores de referencia para estimar la tasa de absorción de elementos vía foliar

La velocidad de absorción foliar de los nutrientes no es igual. El potasio los elementos secundarios y los micronutrientes se absorben en periodos de horas hasta días (Boaretto y Rosolem, 1989).

Cuadro 7. Velocidad de absorción de algunos nutrientes por las hojas.

Elementos	Para un 50% de absorción	Tiempo
Nitrógeno	0.5 - 2	horas
Fósforo	5 - 10	días
Potasio	10 - 24	horas
Calcio	10 - 24	horas
Magnesio	10 - 24	horas
Azufre	5 - 10	días
Cloruro	5 - 4	días
Hierro	10 - 20	días
Manganeso	1 - 2	días
Zinc	1 - 2	días
Molibdeno	10 - 20	días

Fuente: Segura A., 1993.

3.5.4 Nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas

Los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas proviene del aire y del suelo, del aire se obtiene el carbono como dióxido de carbono. En el suelo el medio de transporte es la solución del suelo del cual se obtiene el agua y los nutrientes fertilizantes o abonos orgánicos como nitrógeno (CASAFE, 2012).

Macronutrientes

Los macronutrientes son necesarios en grandes cantidades, por lo que estas grandes cantidades son aportadas al suelo, cuando este es deficiente en algunos o varios de ellos (CASAFE, 2012).

- Primarios (N, P, K)
- Secundarios (Mg, S, Ca)

Macronutrientes primarios

El Nitrógeno (N), es el promotor de crecimiento de las plantas y se absorbe en el suelo bajo la forma de nitrato (NO_3), o bien como nitrato de amonio (NH_4). El suministro de nitrógeno es importante además para la absorción de otros nutrientes.

El Fósforo (P), es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químicos fisiológicos que hacen a la diferenciación, crecimiento y desarrollo de los diferentes tejidos. Suele ser un nutriente pobre en los suelos ya que la fijación del mismo limita la disponibilidad.

El Potasio (K), activa las enzimas y es vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas, entre otros beneficios el potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la salinidad, sequía y helada.

Macronutrientes secundarios

El Magnesio (Mg), es el constituyente central de la clorofila e interviene también en reacciones enzimáticas relacionadas a transferencia de energía dentro de la planta.

El Azufre (S), también constituye proteínas y forma la clorofila.

El Calcio (Ca), es esencial para el crecimiento de las raíces y forma membranas, el calcio por lo general se aplica al suelo para la reducción de la acidez, por este motivo se lo denomina, corrector del suelo (CASAFE, 2012).

Micronutrientes o microelementos

Los micronutrientes o microelementos son requeridos en pequeñas cantidades para el crecimiento del cultivo y son agregados en pequeñas cantidades cuando no pueden ser provistas por el propio suelo.

- Hierro (Fe)
- Manganeso (Mn)
- Zinc (Zn)
- Cobre (Cu)
- Molibdeno (Mo)
- Cloro (Cl)
- Boro (B)

Los micronutrientes o microelementos cumplen funciones claves en el crecimiento de las plantas, aunque son necesarios en pequeñas cantidades. La disponibilidad de los mismos dependerá fundamentalmente de la reacción del suelo (CASAFE, 2012).

IV. LOCALIZACION

El presente trabajo de investigación se lo realizo en el vivero municipal de Cajuata, ubicado en el Cantón de Circuata, segunda sección del Municipio de Cajuata en la provincia Inquisivi, del departamento de La Paz

Circuata es el cantón más grande del municipio de Cajuata, está conformada por 12 comunidades y 11 sindicatos agrarios. El cantón de Circuata es una zona agroecológica, cuenta con zonas altas considerada por las colinas con niveles montañosos donde predomina la vegetación. También cuenta con valles profundos, donde la estructura de suelos se encuentra asentados en lomeríos y terrazas aluviales (PDM Cajuata, 2006).

4.1 Ubicación geográfica

El vivero municipal de Cajuata como se muestra en la figura 6, se encuentra ubicado exactamente en la comunidad de Circuata, entre las coordenadas $16^{\circ}38'43.61''$ latitud sur y $67^{\circ}13'49.55''$ longitud oeste, a una altitud de 1656 m.s.n.m. (IGM, 2009).



Figura 6. Ubicación Geográfica del Vivero Municipal.

Fuente: Google Earth, 2012.

La provincia Inquisivi se encuentra ubicada al sud este del departamento de La Paz, a una distancia de 325 Km. aproximadamente, el acceso es a través de las carreteras interdepartamentales que unen La Paz con las provincias. La provincia Inquisivi se encuentra limitado con las siguientes provincias (IGM, 2005).

Cuadro 8. Límite de la provincia Inquisivi.

Norte	Sud	Este	Oeste
▪ Provincia Sud Yungas	▪ Departamento de Oruro (Prov. Cercado)	▪ Departamento de Cochabamba	▪ Provincia Loayza

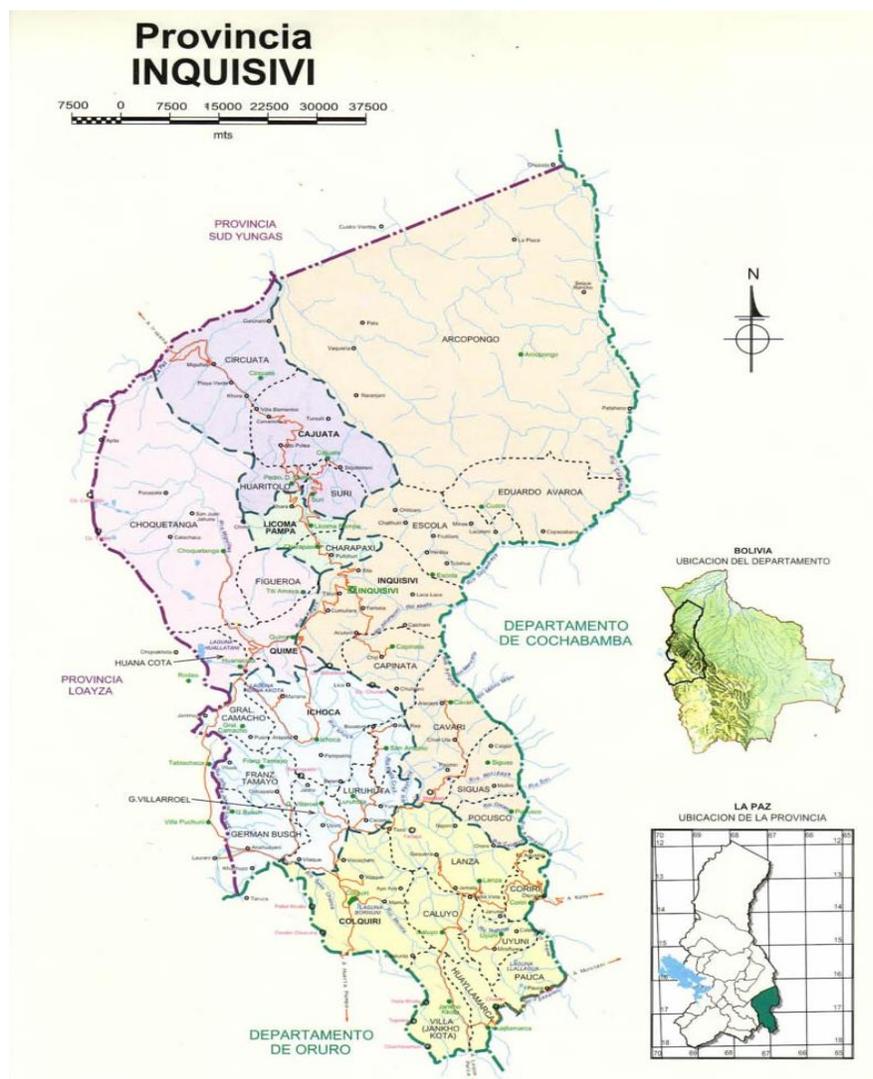


Figura 7. Mapa de la ubicación cartográfica de la provincia Inquisivi.
Fuente: IGM La Paz 2005.

4.2 Descripción climatológica

4.2.1 Clima

El clima de la comunidad de Circuata es muy variado debido a que tiene zonas altas y bajas, las zonas altas están cubiertas constantemente por nubes durante la mayor parte del año con un clima templado, en las zonas bajas en especial en el sector denominado la encañada la atmosfera es caluroso y húmedo (FAO, 2009).

4.2.2 Temperatura

La temperatura ambiente que presenta el comunidad de Circuata es de 18 °C con máximas extremas de 32 °C en verano y una temperatura mínima de 9.2 °C en invierno (SENAMHI, 2012).

Cuadro 9. Temperaturas medias de la comunidad Circuata (Promedio año 2012).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
T máx. media	25,7	24,3	25,8	23,6	24,5	23,6	21,7	25	23,3	24	26,4	26,3
T min. media	14,7	13,5	14,1	12,4	10,2	9,6	9,2	10,5	11,4	12,6	13,9	13,7

Fuente: SENAMHI, 2012.

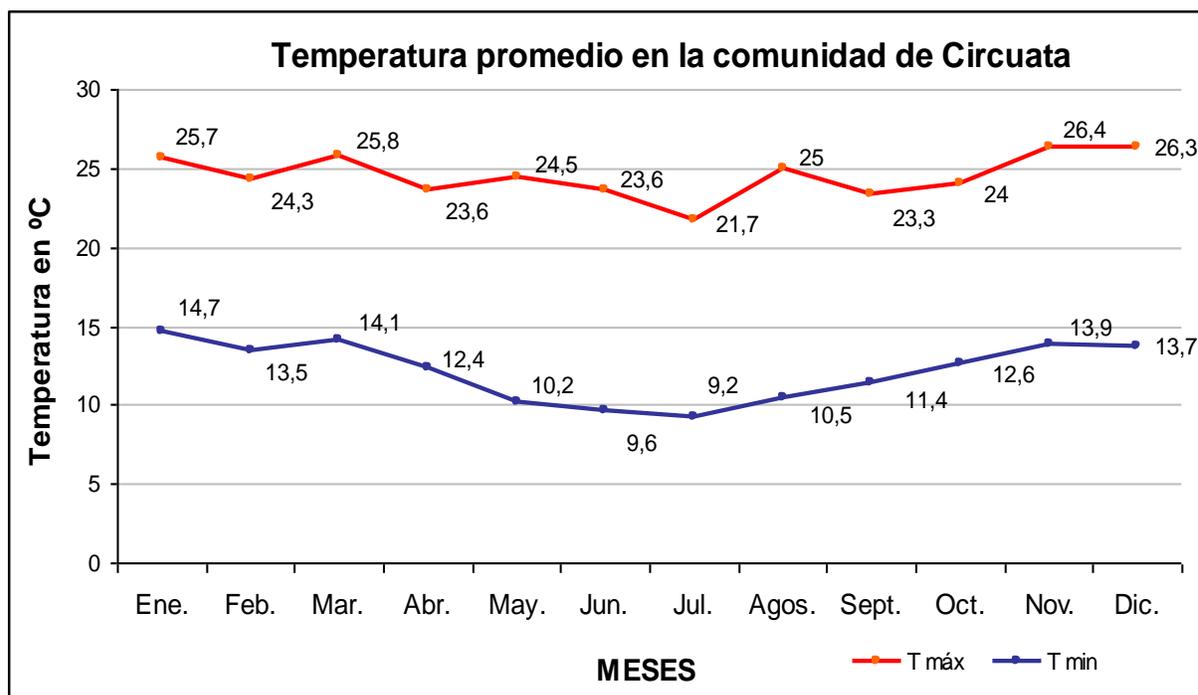


Figura 8. Temperaturas promedios que presenta la comunidad de Circuata, año 2012.

Como se puede observar la temperatura media máxima anual se presenta en el mes de noviembre alcanzando un registro de 26,4 °C, del mismo modo se registro la temperatura mínima media en el mes de julio con 9,2 °C, son las temperaturas que presenta la comunidad de Circuata (SENAMHI, 2012).

4.3.3 Precipitación

De acuerdo a datos del SENAMHI, se registro la precipitación fluvial donde se muestra que la precipitación máxima se presenta en el mes de febrero con 176,2 mm. y la mínima en el mes de junio donde no se registra precipitación.

Cuadro 10. Precipitación mensual (Promedio de año 2012).

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Precipitación Total	134.5	176.2	40.1	70	2.3	0	6.2	6.9	130.9	87.4	76.7	157.5

Fuente: Estación meteorológica de Inquisivi SENAMHI, 2012.

De acuerdo al cuadro anterior y figura siguiente se observa que los meses con mayor precipitación fluvial se registra a partir de diciembre, enero y febrero, en algunos años prolongados hasta el mes de marzo, por el contrario los meses con menor precipitación se advierte en los meses de mayo y junio con precipitaciones de 2.3 - 0 mm. Respectivamente (SENAMHI, 2012).

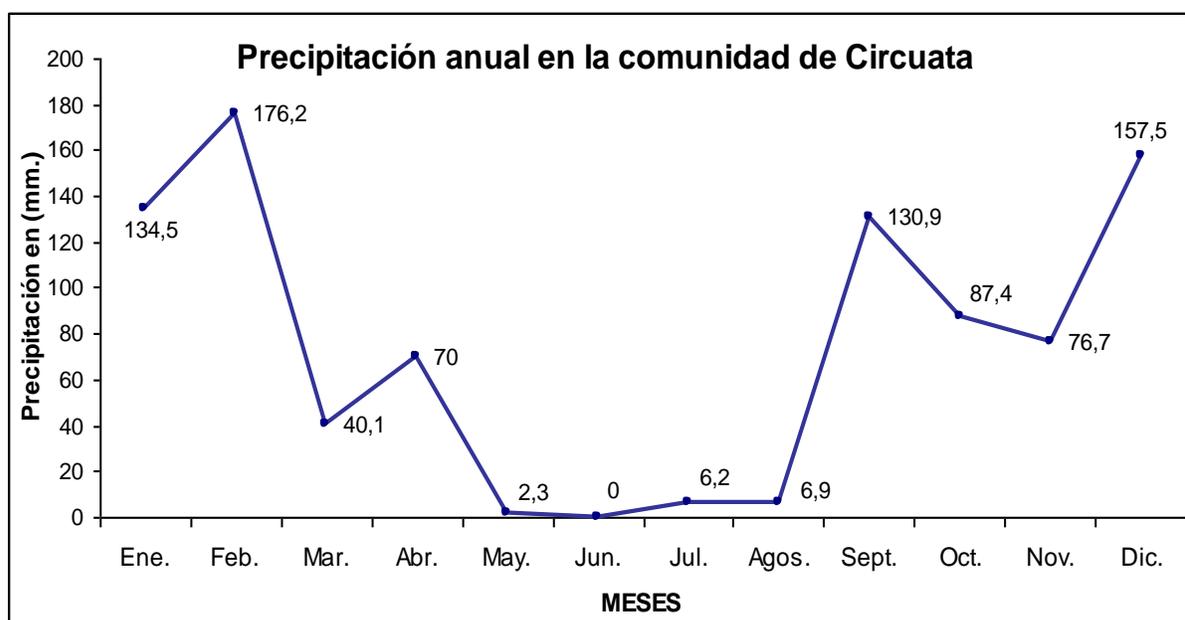


Figura 9. Precipitación anual en la comunidad de Circuata.

De acuerdo a las características de la zona donde está situado la comunidad de Circuata las amenazas más fundamentales de riesgos climáticos se van desarrollando a consecuencias de las alteraciones ecológicas, inundaciones lluvias torrenciales y vientos huracanados.

4.2.4 Humedad

La comunidad de Circuata es una zona agroecológica que presenta una gran variedad de pisos ecológicos, donde puede variar la humedad de una zona a otra, por lo cual se toma la capital cantonal como punto de referencia “Comunidad de Circuata” con una humedad relativa promedio de 70% de humedad.

4.2.5 Altitud

El Cantón de Circuata abarca un rango de altitudes entre los 1100 a 2503 m.s.n.m. La capital cantonal se encuentra a una altura de 1656 m.s.n.m, la comunidad de Polea presenta la altitud más elevada del cantón con 2503 m.s.n.m, la comunidad que presenta la altura más baja es Playa Verde con 1110 m.s.n.m, ambas comunidades pertenecientes al cantón de Circuata.

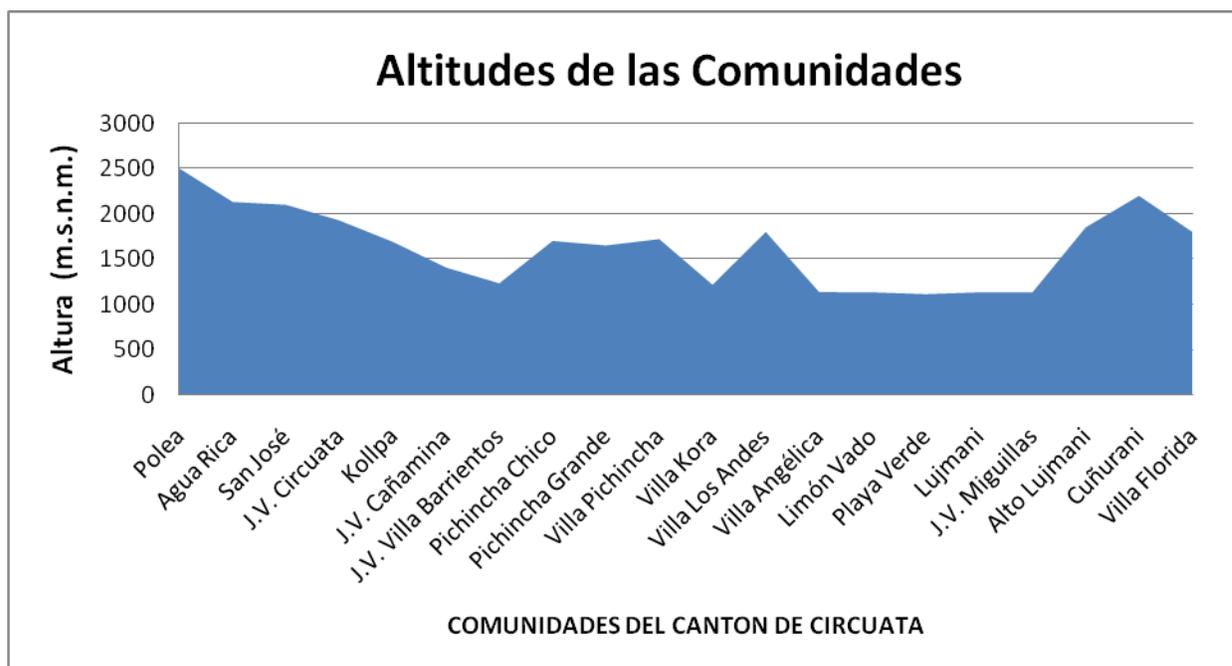


Figura 10. Altitudes de las diferentes comunidades del Cantón de Circuata.

La topografía del cantón es accidentada ya que se caracteriza por una zona montañosa, por lo general tiene montañas muy elevadas donde se puede advertir que las pendiente de los suelos son muy inclinadas (PDM Cajuata, 2006).

4.3 Suelos

La característica de los suelos de la comunidad de Circuata es de muy poca profundidad y permeabilidad, por otro lado son susceptibles a la erosión por factores climáticos especialmente la lluvia en aquellos terrenos que no están protegidos por la vegetación y aquellos que han sido chequeados, otro factor importante que influye son las pendientes con alto grado de inclinación (PDM Cajuata, 2006).

4.4 Fisiografía

La fisiografía de la comunidad de Circuata cuenta con una vegetación muy espesa, también tiene recursos hídricos y mineralógicos.

4.5 Vegetación y fauna

4.5.1 Vegetación

La vegetación está constituida por especies arbustivas, arbóreas y herbáceas silvestres del lugar que pertenecen al cantón de Circuata. En el siguiente cuadro se muestra los cultivos de mayor importancia (FAO, 2009).

Cuadro 11. Cultivos de mayor importancia en la comunidad de Circuata.

Nombre común	Nombre científico
Nogal	<i>Junglas boliviana</i>
Cidra	<i>Lipia atridiora</i>
Coca	<i>Eritroxilumun ulei</i>
Chirimoya	<i>Annona cherimoya</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Limón	<i>Citrus limón</i>
Mandarina	<i>Citrus resine</i>
Mango	<i>Magnifera indica</i>
Café	<i>Coffea arabica</i>

Fuente: FAO, 2009.

En esta eco región se presenta zonas de bosque semi húmedo con muchas especies caducifolias y cactáceas, también se presenta la sabana semi húmeda montañosa antropogénica de Circuata, pero por el desbosque con fines agrícolas y quema remplazaron el bosque húmedo siempre verde por un ambiente de fisonomía sabanoide donde predominan pastos secos, helechos de porte mediano (*Pteridium aquilinum*) y arbustos indicadores de sabanas como *Tabebuia aurea*, *Curatella americana* y *Byrsonimacrassifolia*, y por la cercanía a los valles secos interandinos (Boopi – Independencia), el número de meses secos puede ser mayor (FAO, 2009).

4.5.2 Fauna

FAO, (2009), la fauna silvestre de la comunidad es variada en algunos casos, en las encuestas familiares del auto diagnóstico como en la información directa de los comunarios, se han identificado algunas variedades que se encuentran en la zona:

Cuadro 12. Fauna silvestre que presenta en la comunidad de Circuata.

Nombre común	Especie
Armadillo	Mamífero
Jabalí	Mamífero
Puma	Mamífero
Sari	Mamífero
Cascabel	Reptil
Loro	Ave
Gallinazo	Ave
Águila	Ave
Mauri	Pez
Tilapia	Pez

Fuente: Diagnóstico municipal, 2006

4.6 Hidrología

La existencia de recursos hídricos es considerable en la tercera y segunda sección del municipio, siendo empleada en sistemas de riego, abrevaderos y consumo humano. Son permanentes y se caracterizan por el buen caudal, considerándolos como potencial para la generación de energía eléctrica (FAO, 2009).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material biológico

Para la presente investigación se utilizó plántulas de mandarina Cleopatra, procedentes de la Estación Experimental de Sapecho dependiente de la UMSA. La elección de esta variedad fue debido a que presenta muy buena resistencia a las enfermedades en comparación con otras variedades, y tiene una gran demanda en el mercado como patrón o pie de injerto.

5.1.2 Material químico

Para la evaluación del presente estudio se utilizó, dos tipos de fertilizantes foliares a base fitohormonas reguladoras del crecimiento, recomendadas para el crecimiento de cultivos frutales.

- Rendimax
- Basfoliar Algae

5.1.3 Materiales de campo

Las herramientas empleadas en el presente trabajo de investigación son las siguientes;

- Pala
- Pala de jardín
- Carretilla
- Formol al 30 %
- Flexo metro
- Bolsas de repique
- Marbetes
- Cernidor
- Regadera de 10 litros
- Mochila aspersor
- Jeringas
- Nailon
- Palos de madera
- Cámara fotográfica

5.1.4 Materiales de gabinete

Los materiales empleados en gabinete para realizar la redacción son:

- Computadora
- Planillas
- Materiales de escritorio (hojas, cuaderno, bolígrafos, etc.)
- Materiales de apoyo bibliográfico

5.2 Método

5.2.1 Diseño experimental

El diseño que se ha adecuado al presente trabajo de investigación, es el de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial, este diseño experimental se emplea cuando la investigación se lo realiza en campo, cuando el número de tratamientos es de 3 a 15 y se necesita evaluar con mayor precisión los factores a estudiar (Calzada, 1982).

5.2.1.1 Factores de estudio

Factor a: Fertilizantes foliares

a₀: Sin fertilizante foliar

a₁: Rendimax

a₂: Basfoliar Algae

Factor b: Sustrato

b₀: (1 tierra del lugar, 2 limo o lama, 3 tierra negra)

b₁: (1 tierra del lugar, 2 limo o lama, 3 tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta)

b₂: (1 tierra del lugar, 2 tierra negra y 3 de limo o lama)

5.2.1.2 Tratamientos combinados

Los tratamientos combinados fueron los siguientes:

T₁: a₀b₀ = Sin fertilizante foliar con (1 tierra del lugar, 2 de lama, 3 tierra negra)

T₂: a₀b₁ = Sin fertilizante foliar con (1 tierra del lugar, 2 de lama, 3 tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta)

T₃: a₀b₂ = Sin fertilizante foliar con (1 tierra del lugar, 2 tierra negra y 3 de lama)

T₄: a₁b₀ = Rendimax con (1 tierra del lugar, 2 tierra negra y 3 de lama)

T₅: a₁b₁ = Rendimax con (1 tierra del lugar, 2 de lama, 3 tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta)

T₆: a₁b₂ = Rendimax con (1 tierra del lugar, 2 tierra negra y 3 de lama)

T₇: a₂b₀ = Basfoliar Algae con (1 tierra del lugar, 2 de lama, 3 tierra negra)

T₈: a₂b₁ = Basfoliar Algae con (1 tierra del lugar, 2 de lama, 3 tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta)

T₉: a₂b₂ = Basfoliar Algae con (1 tierra del lugar, 2 tierra negra y 3 de lama)

El ensayo de investigación se lo realizó en campo, en los cuales se dispuso los tratamientos de manera aleatoria, lo que formo un total de 9 tratamientos con tres repeticiones puestas en campo.

5.2.1.3 Modelo lineal aditivo

Se utilizo el diseño de bloques completamente al azar (DBA) con arreglo bifactorial (Calzada, 1982)

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} - \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_k = Efecto del k -ésimo bloque

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A

γ_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Interacción del i -ésimo nivel de A con el j -ésimo nivel de B

ε_{ijk} = Error del experimento

5.2.1.4 Croquis del experimento

Los tratamientos fueron sorteados según el croquis que se muestra a continuación:

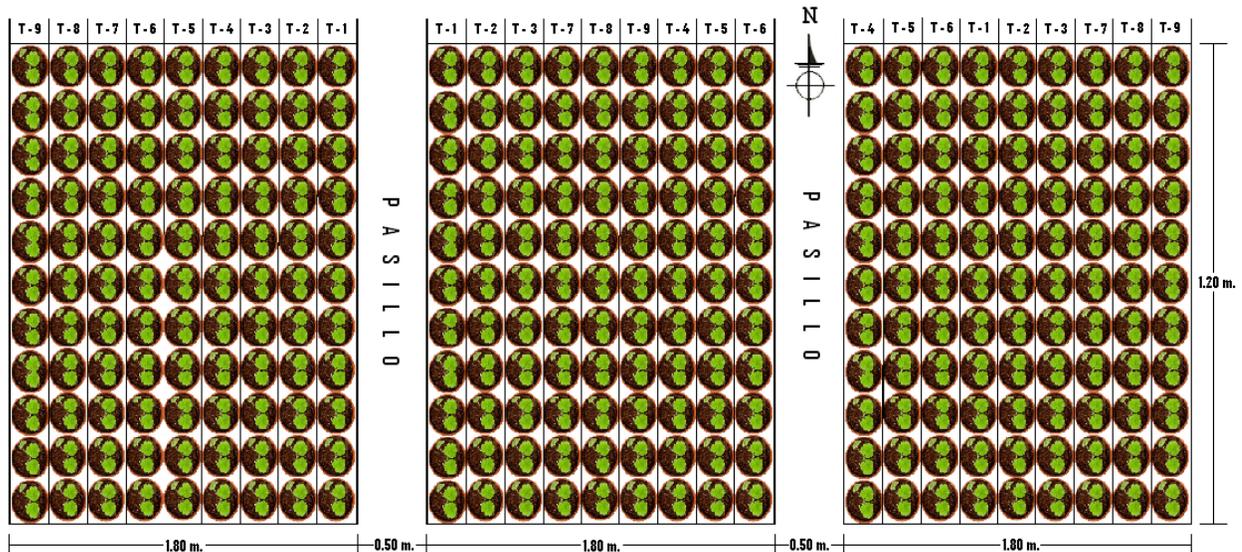


Figura 11. Croquis de las unidades experimentales dentro del vivero.

El croquis experimental cuenta con 9 tratamientos y con 3 repeticiones, formando un total de 27 unidades experimentales (U.E.). Cada tratamiento experimental cuenta con 18 bolsas puestas en campo, formando un total de 486 plantines, el tamaño de cada bloque es de 1,2 x 1,8 m. la distancia entre bloques es de 0.5 m.

5.2.2 Procedimiento experimental en campo

Para realizar el trabajo de investigación en campo, se realizó distintos tipos de actividades como se detalla a continuación.

5.2.2.1 Habilitación y limpieza de las camas de crecimiento

Para la investigación se realizó la habilitación de las camas de crecimiento dentro del vivero, las dimensiones de las camas de crecimiento son 25 m. de largo y 1.2 m. de ancho. Se removió la tierra de las camas de crecimiento con una picota, para luego extraer la tierra excedente con la pala y cargarlo a la carretilla. Después se procedió a la nivelación de las camas de crecimiento con la ayuda de un azadón y un palo de madera, dejando las camas de crecimiento a una profundidad de 5 cm.



Figura 12. Habilitación, limpieza y nivelado de las camas de crecimiento en el vivero.

5.2.2.2 Preparación de sustratos

Para la preparación de los sustratos se utilizó; tierra del lugar, tierra negra, limo y gallinaza descompuesta. Se tamizó la tierra negra y la tierra del lugar para eliminar las impurezas que estas pueden contener, como ser restos de raíces, rastrojos e insectos, para poder proceder a la preparación de los sustratos con las siguientes proporciones;

T₀: 1 de tierra del lugar, 2 de limo, 3 de tierra negra (testigo).

T₁: 1 de tierra del lugar, 2 de limo, 3 de tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta.

T₂: 1 de tierra del lugar, 3 de limo, 2 de tierra negra.



Figura 13. Cernido de tierra negra y tierra del lugar, preparación de los sustratos para los tratamientos.

5.2.2.3 Enfundado o llenado de las bolsas

El llenado de las bolsas se lo realizo con la ayuda de una pala ancha de jardín, una vez llenado las bolas con los diferentes sustratos correspondientes, fueron trasladados con la ayuda de una carretilla para ser acomodados en las camas de crecimiento ordenados y separados en bloques para realizar la investigación.



Figura 14. Llenado de las bolsas con los sustratos correspondientes, traslado de las bolsas a las camas de crecimiento dentro del vivero.

5.2.2.4 Desinfección del sustrato

Se realizó la desinfección del sustrato en las bolsas de repique utilizando formol al 30 %, mezclando 45 cc. de formol en 10 litros de agua en una regadera de plástico, también se aplicó agua hervida para desinfectar el sustrato eliminando así a todos los patógenos posibles, la desinfección se realizó semanas antes del repique con el fin de eliminar bacterias, nematodos y hongos que influyan en la investigación.



Figura 15. Desinfección del sustrato en las bolsas de repique, donde serán transplantadas las plántulas de mandarina Cleopatra.

5.2.2.5 Traslado y transporte de plántulas de mandarina Cleopatra

Se utilizaron plántulas de mandarina Cleopatra provenientes de la Estación Experimental de Sapecho perteneciente a la U.M.S.A. Los cuales fueron extraídos de la almaciguera de la estación experimental, puestos en un contenedor de plástico formado, para ser trasladados al vivero municipal de Cajuata.



Figura 16. Almaciguera de plántulas de mandarina Cleopatra de la Estación Experimental de Sapecho U.M.S.A.

5.2.2.6 Repique de plántulas de mandarina Cleopatra

Una vez que el material vegetal fue trasladado al vivero municipal, se seleccionaron las mejores plántulas de mandarina Cleopatra con características similares para que exista uniformidad en la investigación.



Figura 17. Selección de las mejores plántulas de mandarina Cleopatra, para una mejor uniformidad y medición de la raíz.

Antes de proceder al repique de las plántulas en las bolsas, se podaron las raíces y se colocaron en un recipiente con agua, y se procedió a medir la longitud de la raíz con un flexometro.

Se procedió al repique de las plántulas de mandarina Cleopatra, con la ayuda de un repicador se realizó hoyos en el centro de los sustratos ya preparados que están en las bolsas, acomodados en las camas de crecimiento, el repicado se lo realizó a las primeras horas de la mañana en un lugar sombreado, para luego hacer un riego suave con la ayuda de una regadera.

5.2.2.7 Aplicación de fertilizante foliares

Antes de aplicar los fertilizantes foliar, se esperó 15 días desde el momento del repique para poder observar el porcentaje de prendimiento y la adaptación de las plántulas de mandarina Cleopatra.

Para poder aplicar los fertilizantes foliares se dividieron los tratamientos con nailon transparente, para evitar que al momento de la aplicación de los fertilizantes foliares no se mezclen entre si.



Figura 18. División de los tratamientos con nailon para que al momento de la aplicación de los fertilizantes foliares no afecte la investigación, colocado de marbetes.

La aplicación de los fertilizantes foliares ha sido según las recomendaciones de cada producto. Considerando que el fertilizante foliar Rendimax es un compuesto líquido, se recomienda mezclar con agua para su aplicación, al igual que el fertilizante foliar Basfoliar Algae.

Aplicación de Rendimax

Para la aplicación del producto Rendimax, primeramente se preparo una solución del producto en agua de la siguiente manera:

- Con la ayuda de una jeringa graduada se midió 2 ml. del fertilizante foliar Rendimax, de la misma manera se mido 2 lt. de agua en una jarra.
- Seguidamente se vertió el producto Rendimax en agua y mezclándolo totalmente se vació en la mochila aspersor, para luego realizar una fertilización a los plantines. La aplicación del fertilizante foliar Rendimax, se lo realizo 3 veces por semana es decir día por medio, en las tardes hasta finalizar la investigación.

Aplicación de Basfoliar Algae

Para la aplicación del fertilizante foliar Basfoliar Algae también considerado que este producto se ofrecen en estado líquido y su recomendación para su aplicación es mezclar en agua.

- Antes de aplicar el fertilizante foliar, se procedió a medir 2 ml. de Basfoliar Algae con la ayuda de una jeringa graduada de 5 ml, para luego ser mezclada con 2 litros de agua.
- Seguidamente se vertió Basfoliar Algae en agua y mezclándolo totalmente, se vació en la mochila aspersor, para luego realizar su aplicación.

La aplicación del fertilizante foliar Basfoliar Algae se lo realizo de la misma manera que el fertilizante foliar Rendimax, 3 veces por semana es decir día por medio en las tardes hasta finalizar la investigación.



Figura 19. Preparación y aplicación de los fertilizantes foliares a los diferentes tratamientos.

5.2.2.8 Labores culturales

Se procedió con el riego a las unidades experimentales de manera uniforme dos veces por semana, para ello se utilizo una regadera de 10 lt. o una manguera de baja presión, evitando de esta manera que el riego pueda dañar a los plantines de mandarina.

También se procedió con el deshierbe de las unidades experimentales, cada cuatro semanas para evitar el crecimiento de malezas, de tal manera que las unidades experimentales queden limpias y libre de hierbas competidoras, a su vez también se realizo la escarda de los plantines, para que estos puedan absorber los nutrientes con mayor facilidad y tengan una buena aeración.

5.3 Variables de respuesta

Los parámetros de evaluación de variables de respuesta se evaluaron cada quince días durante el desarrollo de la investigación como ser: variables fenológicas, variables agronómicas y variables fisiológicas, por un periodo de cuatro meses desde el momento del repique de las plántulas de mandarina Cleopatra.

5.3.1 Variables fenológicas

5.3.1.1 Porcentaje de prendimiento

La evaluación de este parámetro se realizó a los 15 días después del repique de las plántulas de mandarina Cleopatra, para observar el porcentaje de prendimiento de las mismas, estos datos obtenidos se registraron en una planilla, para determinar el porcentaje de prendimiento se utilizo la siguiente formula:

$$\% P = \left[\frac{\text{Número de muestras vivas}}{\text{Numero de muestras totales}} \right] \cdot 100\%$$

5.3.1.2 Velocidad de crecimiento

La velocidad de crecimiento se evaluó cada 15 días, esta variable se obtiene haciendo una comparación entre la altura de planta por los días transcurridos, se empleo la siguiente formula.

$$VC = \left[\frac{\text{Altura de planta}}{\text{Tiempo transcurrido}} \right]$$

5.3.2 Variables agronómicas

5.3.2.1 Altura de planta

La altura de la planta fue medida en centímetros, desde la base hasta la parte apical de la planta. La lectura y registros se lo realizo cada 15 días.

5.3.2.2 Número de hojas por planta

Para determinar el número de hojas por planta, se procedió con el conteo de las hojas por observación directa, esto se lo realizó cada 15 días hasta la finalización del trabajo de investigación.

5.3.2.3 Diámetro del tallo

Se medio el grosor o el diámetro de las plantas con la ayuda de un vernier o calibrador, para observar el crecimiento y desarrollo en grosor del tallo esto se lo realizara cada 15 días durante hasta la finalización de la investigación.

5.3.2.4 Longitud de la raíz

Una vez finalizada la investigación se extrajeron las plantas de las bolsas, de cada tratamiento sin dañar la raíz, para medir la longitud de la misma con la ayuda de una regla.

5.3.3 Variables fisiológicas

5.3.3.1 Área foliar

Se registro el área foliar a los 90 días esto al finalizar la investigación, se tomaron seis plantas como muestras por cada tratamiento se midió el largo y ancho de la hoja aplicando el factor de corrección, para poder calcular el área foliar en cm²/planta se utilizó la siguiente formula:

$$AF = (\text{Largo de la hoja} \cdot \text{Ancho de la hoja}) 0.75$$

5.3.4 Análisis económico

Para el análisis económico del presente trabajo se realizó un cuadro de costos de producción donde se presenta los costos variables, beneficios brutos, beneficios netos y un análisis de beneficio/costo para cada tratamiento.

a) Costos variables (Cv): Se identifican los insumos que varían en cada tratamiento de ensayo. Se calcularon dichos costos por tratamiento, los mismos fueron basados en precios del mercado, teniendo estos valores se procedió a sumar los totales.

b) Beneficio bruto (Bb): El beneficio bruto se calcula multiplicando el precio por el rendimiento obtenido de cada tratamiento, con la siguiente formula:

$$Bb = P \cdot R$$

Donde:

Bb = Beneficio bruto

P = Precio del producto

R = Rendimiento

c) Beneficio neto (Bn): Este valor se obtiene restando el total de los costos variables del beneficio bruto.

$$Bn = Bb - Cv$$

Donde:

Bn = Beneficio neto

Bb = Beneficio bruto

Cv = Costo variable

d) Beneficio costo (B/C): Este valor se obtiene dividiendo el beneficio bruto con el total de los costos.

$$B/C = \frac{Bb}{Cv}$$

5.3.5 Análisis estadístico

En función al modelo lineal del diseño bloques al azar con arreglo bifactorial se realizó el análisis de varianza correspondiente a las variables de estudio, Donde las decisiones de significancia se tomaron según la siguiente regla (Ochoa, 2009).

La significancia o no de un tratamiento o factor en estudio se determina por el valor F calculado o experimental (F_c), el cual se compara con el valor F tabular (F_t), este último valor puede tomar diferentes valores dependiendo principalmente del nivel de significancia (α) que se tome, estos pueden ser del 1% (0.01) o el 5% (0.05).

Para la toma de decisiones considerando los valores calculados de F_c y los valores tabulados en F_t , se debe considerar:

Si el valor: $F_c < F_t$ ns (No significativo)

Si el valor: $F_c \geq F_t$ * (Significativo al 5%)

Si el valor: $F_c \geq F_t$ ** (Altamente significativo al 5%)

En el caso de los programas estadísticos, muchos de los mismos no presentan el valor de F_t , siendo este valor remplazado por la probabilidad (Pr), en cuyo caso se lleva a cabo realizando una comparación del valor probabilidad y el nivel de significancia, siendo la toma de decisión de la siguiente forma:

Si el valor: $Pr > 0.05$ ns (No significativo)

Si el valor: $Pr \leq 0.05$ * (Significativo al 5%)

Si el valor: $Pr \leq 0.01$ ** (Altamente significativo al 5%)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con los datos obtenidos en la investigación de las diferentes variables evaluadas en la mandarina Cleopatra como ser: variables fenológicas, variables agronómicas y variables fisiológicas, se realizaron análisis estadísticos para cada una de las variables de respuesta.

6.1 Variables fenológicas

A continuación se presentan los resultados obtenidos, de las variables fenológicas porcentaje de prendimiento y velocidad de crecimiento, que se evaluaron en la investigación.

6.1.1 Porcentaje de prendimiento

Los datos obtenidos del porcentaje de prendimiento, se sometieron a un análisis de varianza donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable fenológica porcentaje de prendimiento.

Fuente de Variación	%Prendimiento				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	26.300	13.150	0.41	0.7094 ^{NS}
Fertilizante	2	6.138	3.069	0.10	0.9127 ^{NS}
Sustrato	2	7.322	3.661	0.11	0.8976 ^{NS}
Fert - Sust	4	96.204	32.068	0.10	0.5355 ^{NS}
Error	16	64.200	32.100		
TOTAL	26	235.000			

CV = 5.932%

En el cuadro de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa entre bloques con respecto al porcentaje de prendimiento, lo que nos indica que existió una buena uniformidad en el prendimiento de las plántulas de mandarina.

En el cuadro de análisis de varianza, se observa que no existe diferencia significativa entre fertilizantes, esto se debe a que aun no se aplicó ningún fertilizante foliar al experimento. En el sustratos se observa que no existe diferencia significativa lo que indica que el sustrato no influyó en el porcentaje de prendimiento.

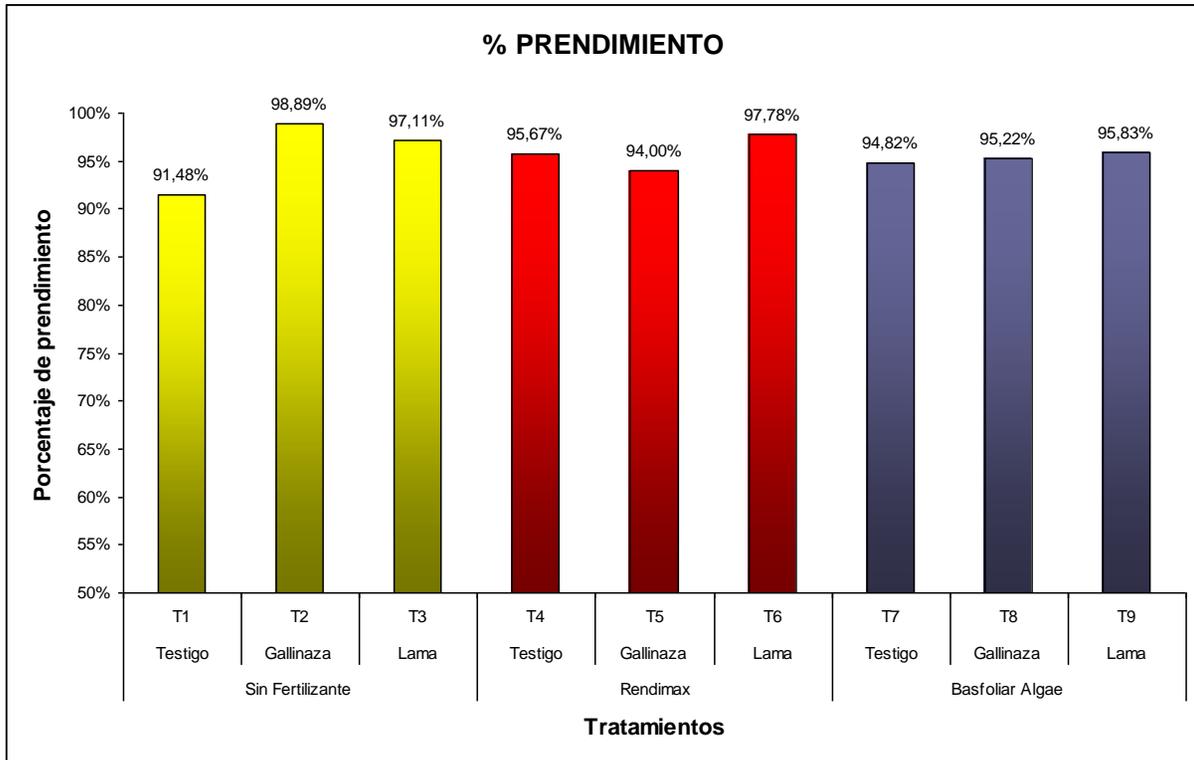


Figura 20. Como se muestra en la figura el porcentaje de prendimiento es alto en todos los tratamientos, lo que muestra un buen manejo de las plántulas de mandarina Cleopatra dentro del vivero.

El alto porcentaje de prendimiento que se observa en la figura, puede deberse a que las plántulas de mandarina Cleopatra tuvieron un buen desarrollo en el almacigo y buenas características fenotípicas. Así también se puede atribuir a un buen manejo de las plántulas al momento de realizar el repique y una buena reacción al proceso de aclimatación.

El repique consiste en la separación de las plántulas y transplantarlas en macetas o bolsas individuales, dentro del vivero se tomaron las precauciones adecuadas como la época del repique donde el sol no brillaba con tanta fuerza, minimizando de esta manera la pérdida por quemaduras o por frío.

Según JICA (2014), menciona que antes del repicar las plántulas en las fundas, debemos podar las y luego colocarlas en un recipiente con agua, es necesario que el repique se lo haga en un lugar sombreado y de preferencia en las primeras horas de la mañana.

Se selecciono plántulas que presentaron un tallo recto para evitar mal formaciones en el crecimiento y se corto las raíces 5 a 6 cm. para incrementar el desarrollo de las raíces secundarias. Para poder garantizar que nuestras plántulas de mandarina Cleopatra tengan un mejor porcentaje de prendimiento, se seleccionaron plántulas que tengan mínimo dos pares de hojas para que se recuperen en un periodo más corto.

Según Padilla (1993), señala que se debe eliminar las plántulas que presenten tallos torcidos, raíces mal formadas o que presenten síntomas de estas enfermedades mal formaciones y se deben cortar las raíces 5 a 6 cm para estimular el crecimiento de las raíces.

6.1.2 Velocidad de crecimiento

Los datos obtenidos de la velocidad de crecimiento, se sometieron a un análisis de varianza, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la variable fenológica velocidad de crecimiento.

Fuente de Variación	Velocidad de Crecimiento				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	0.2184	0.109	0.77	0.4642 *
Fertilizante	2	5.5551	2.778	19.62	0.0001 **
Sustrato	2	19.3900	9.695	68.5	0.0001 **
Fert - Sust	4	4.2060	1.052	7.43	0.0001 **
Error	151	21.3723	0.142		
TOTAL	161	50.7418			

CV = 19.04%

En el cuadro de análisis de varianza se puede observar que existe diferencia significativa entre bloques, el Bloque I y Bloque III presentan mayor promedio en la velocidad de crecimiento, esto se debe posiblemente a que los bloques recibieron mayor cantidad de luz dentro del vivero.

Se puede observar que existe diferencia significativa en el factor A (fertilizantes foliares), y en el factor B (Sustrato), también se observar que la interacción entre ambos factores es significativo, respecto a la velocidad de crecimiento. Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos se realizo la prueba de Duncan.

Cuadro 15. Efecto de los fertilizantes foliares en la velocidad de crecimiento, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Velocidad de Crecimiento	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	2.122	a
Rendimax	2.090	a
Sin Fertilizante	1.714	b

Según la prueba de Duncan al (5%) se observan dos grupos, el grupo que se aplico fertilizantes foliares muestran mayor velocidad de crecimiento, Basfoliar Algae (2.122 mm./día) y Rendimax (2.090 mm./día), pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Si existe diferencia estadística en comparación con el grupo que no se aplicaron fertilizantes foliares testigo (1.714 mm./día).

Esto puede deberse a que los fertilizantes foliares estimularon el crecimiento de las plantas de mandarina, debido a su contenido de calcio que es absorbido por la planta vía foliar más rápidamente que por la raíz, acelerando el crecimiento.

Según Cesar R. y Venegas V., (2010), menciona que los fertilizantes foliares mejoran la calidad del producto, acelerando o retardando alguna etapa fisiológica de la planta. Debido a su baja o nula movilidad vía floema, las aplicaciones foliares de calcio deben realizarse varias veces durante el estado de crecimiento.

Cuadro 16. Efecto de los sustratos en la velocidad de crecimiento prueba de Duncan.

Sustrato	Velocidad de Crecimiento	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	2.434	a
Limo o Lama	1.894	b
Testigo	1.598	c

Según la prueba de Duncan al (5%) se observan tres grupos, el grupo que se utilizó gallinaza (2.434 mm./día) como sustrato presentan mayor velocidad de crecimiento, seguido del grupo que se utilizo limo (1.894 mm./día), y por último el grupo que utiliza el sustrato empleado en el vivero testigo (1.598 mm./día).

Esto puede deberse a que la gallinaza descompuesta presenta mayor contenido de nutrientes lo cual permitió un acelerado crecimiento de las plantines de mandarina, favoreciendo de esta manera el crecimiento de las mismas.

Según Hartmann y Kester, (2002) la principal función de los sustratos es servir como medio de crecimiento y desarrollo de la planta, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

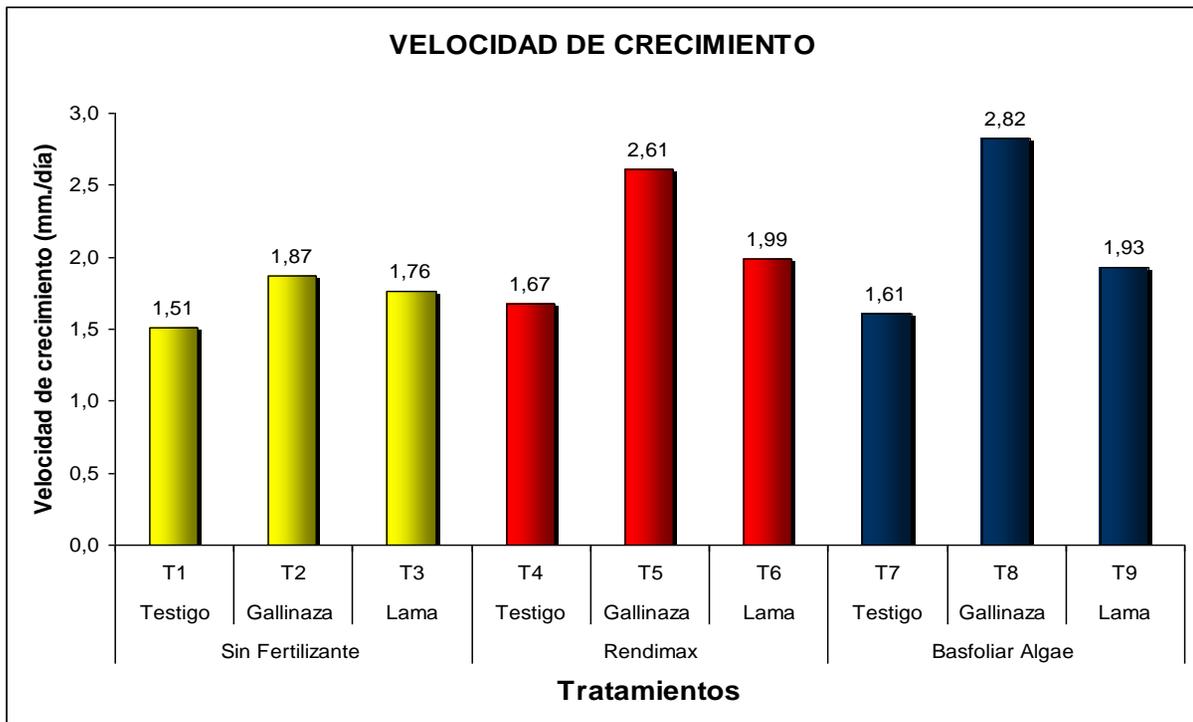


Figura 21. Promedio de la velocidad de crecimiento de los plantines de mandarina Cleopatra de cada tratamiento en (mm./día).

En la figura 21 se observa que los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato, muestra mayor velocidad de crecimiento en comparación con los tratamientos que no se aplicaron fertilizantes foliares y se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo). Donde el tratamiento que presento mayor velocidad de crecimiento promedio, es el tratamiento T₈ (2.82 mm./día) donde se aplico el fertilizante foliar Basfoliar Algae y gallinaza como sustrato, en comparación con el tratamiento que presento menor velocidad de crecimiento promedio T₁ (1.51 mm./día), donde se utilizo el sustrato empleado en el vivero (testigo) sin la aplicación de fertilizantes foliares.

Esto puede deberse a que los fertilizantes foliares estimularon el crecimiento de las plantas de mandarina, que combinados con la gallinaza descompuesta como sustrato permitieron un buen desarrollo de las plantas dentro del vivero, favoreciendo de esta manera el crecimiento acelerado de las plantas.

Es posible que las fitohormonas afectaran la aceleración de crecimiento de las plantas, ya que estas son reguladoras del crecimiento dentro de la planta.

Según Hartmann y Kester (2002), indica que las fitohormonas son sustancias reguladoras del crecimiento en vegetales, son compuestos sintéticos que modifican el proceso fisiológico de la planta regulan el crecimiento imitando a las hormonas vegetales.

Según Boaretto y Rosolem (1989), señala que la fertilización foliar además de su acción nutritiva, tiene un efecto parcialmente estimulante de los procesos productivos de las plantas, estimulando el crecimiento y su capacidad asimilarte, lo cual se manifiesta en una mayor absorción de nutrientes y un mejor rendimiento.

Según Arzola (1981), menciona que la gallinaza pertenece a la categoría de los estiércoles, sus deyecciones líquidas y sólidas no se producen por separado, por lo que la recogida de estas presenta menos dificultades que con otros estiércoles. Su contenido de nutriente es superior al de otros estiércoles incrementando el crecimiento de las plantas.

Según Yagodin (1986), menciona que este comportamiento puede atribuirse, a que la gallinaza es un abono orgánico de acción rápida y violenta en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

6.2 Variables agronómicas

A continuación se presenta los resultados obtenidos de las variables agronómicas: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y longitud de la raíz que se evaluaron en la investigación.

6.2.1 Altura de planta

Dentro de las variables agronómicas se evaluó la altura de planta, los datos obtenidos se sometidos a un análisis de varianza donde se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en el cuadro.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la variable agronómica altura de planta.

Fuentes de Variación	Altura				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	17.685	8.843	0.77	0.4642 *
Fertilizante	2	449.960	224.980	19.62	0.0001 **
Sustrato	2	1570.593	785.296	68.5	0.0001 **
Fert - Sust	4	340.687	85.172	7.43	0.0001 **
Error	151	1731.160	11.465		
TOTAL	161	4110.085			

CV = 19.04%

En el cuadro 19 de análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre bloques, donde los Bloques I y III presentaron mayor altura promedio, esto posiblemente se deba a que recibieron mayor cantidad de luz que es necesaria para la fotosíntesis, debido a la posición en la que se encontraban dentro del vivero y se desarrollaron mejor en comparación con el Bloque II.

Se puede observar que existe diferencia altamente significativa en el factor A (fertilizantes foliares) y en el factor B (sustratos) con respecto a la altura de planta, también se observa que la interacción entre ambos factores es altamente significativo. Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos se realizó la prueba de Duncan.

Cuadro 18. Efecto de los fertilizantes foliares en la altura de planta, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Altura de planta (cm.)	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	19.09	a
Rendimax	18.81	a
Sin Fertilizante	15.43	b

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se puede apreciar que en los tratamientos que se aplicaron fertilizantes foliares muestran mayor crecimiento en altura, Basfoliar Algae (19.09 cm.) y Rendimax (18.81 cm.), pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Si existe diferencia estadística en comparación con el grupo que no se aplicaron fertilizantes foliares (15.43 cm.).

Posiblemente se deba a que los fertilizantes foliares tienen nutrientes que son asimilados fácilmente por la planta y tuvieron una respuesta fisiológica favorable en las plantas mostrando un mayor crecimiento en la altura.

Según DISAGRO (2009), menciona que los fertilizantes foliares proveen a la planta de uno o más nutrientes necesarios para el desarrollo, crecimiento, reproducción u otros procesos, en otras palabras es alimento para las plantas.

Cuadro 19. Efecto de los sustratos en la altura de planta, prueba de Duncan.

Sustrato	Altura de planta (cm.)	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	21.90	a
Limo o Lama	17.05	b
Testigo	14.38	c

En cuanto a los sustratos según la prueba de Duncan al (5%) se observan 3 grupos, el grupo que se utilizo gallinaza (21.90 cm.) como sustrato presenta mayor altura promedio, seguido del grupo que se empleo limo (17.05 cm.), y por último el sustrato empleado en el vivero testigo (14.38 cm.).

Esto puede deberse a que la gallinaza descompuesta presenta sustancias nutritivas para la planta como, fósforo, potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc cobre y boro, principalmente nitrógeno en forma de nitratos (NO₃) lo cual permitió un buen desarrollo de la planta en el crecimiento en altura.

El nitrógeno al ser un elemento esencial para el desarrollo de las plantas, favorece al crecimiento en longitud y al ser aplicado de forma foliar y por medio del sustrato mostró buenos resultados en la altura de la planta.

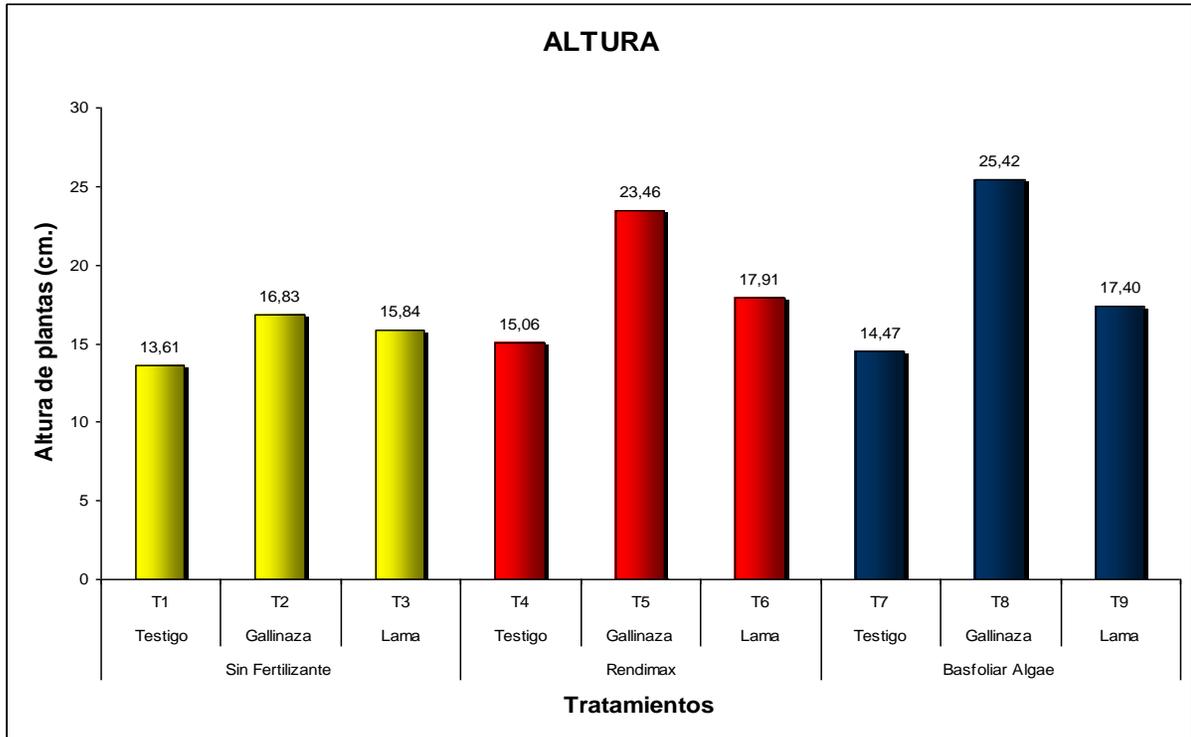


Figura 22. Efecto de los fertilizantes foliares y sustratos, en la altura de los plantines de mandarina Cleopatra por tratamiento en (cm.).

En la figura 22 se observa que los tratamientos en el que se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza descompuesta como sustrato muestra mayor altura promedio, en comparación con los tratamientos que no se aplicaron fertilizantes foliares y se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo).

El tratamiento que presenta mayor altura promedio, es el tratamiento **T₈** (25.42 cm) donde se aplicó el fertilizante foliar Basfoliar Algae y gallinaza como sustrato el tratamiento que presenta menor altura promedio es el tratamiento **T₁** (13.61 cm), donde se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo) sin la aplicación de fertilizantes foliares.

Es posible que las auxinas que tienen los fertilizantes foliares actúen sobre las células meristemáticas produciendo el crecimiento y alargamiento de las plantas, provocando un aumento en el metabolismo celular, así de esta manera produciendo el crecimiento en longitud del tallo.

Al igual que en la velocidad de crecimiento, los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza descompuesta tienen un efecto positivo en la planta, como se manifiesta en la altura de la planta.

Según Boucherin (2002), indica que las auxinas inhiben el crecimiento de las yemas axilares, favoreciendo así el crecimiento de las yemas apicales, favorecen el crecimiento en longitud e impiden la ramificación de la planta. La zeatina es relativamente abundante y se produce en los ápices de las raíces y viaja hasta el tallo y las ramas por el xilema. Su actividad a nivel celular resulta de su estimulación del proceso de división celular por lo que generalmente estimula el crecimiento.

Según CASAFE (2012), menciona que el nitrógeno (N), es el promotor de crecimiento de las plantas y se absorbe en el suelo bajo la forma de nitrato (NO_3), o bien como nitrato de amonio (NH_4) el suministro de nitrógeno es importante además para la absorción de otros nutrientes.

Según Ferran (1992), señala que efectos similares fueron encontrados en viveros de cítricos, los resultados obtenidos dan la posibilidad del empleo de gallinaza, cuando no se disponen de fertilizantes minerales y viceversa sus efectos son favorables en la altura de planta.

Según Guerrero (1996), manifiesta que en la primera fase de vida es cuando las plantas absorben mejor y más rápidamente el nitrógeno.

Según Reyes (1990), indica que la altura de planta es un parámetro muy importante, ya que es el indicativo de la velocidad de crecimiento, esta determinado por la elongación del tallo al acumularse en su interior los nutrientes producidos en la fotosíntesis los que a su vez son transferidos a la planta.

Según Arzola (1981), plantea que los fertilizantes completos tienen la propiedad de ser higroscópicos, es decir absorber agua del medio que los rodea produciéndose reacciones de hidrólisis y libera sales que pasan directamente a la solución del suelo, para poder ser aprovechadas por los cultivos.

Según Samariba (1997), menciona que la altura de planta esta influenciada por el carácter genético de las variedades, tipo de suelo y el manejo agronómico que se le da al cultivo.

6.2.2 Número de hojas

Dentro de las variables agronómicas se evaluó la variable agronómica número de hojas, los datos se obtuvieron mediante el conteo directo de las hojas por planta, y se sometieron a un análisis de varianza donde se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en el cuadro.

Cuadro 20. Análisis de varianza de la variable agronómico número de hojas.

Fuente de Variación	Número de Hojas				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	8.926	4.463	0.6	0.5491 *
Fertilizante	2	312.148	156.074	21.04	0.0001 **
Sustrato	2	1056.037	528.019	71.2	0.0001 **
Fert - Sust	4	159.037	39.759	5.36	0.0005 **
Error	151	1119.852	7.416		
TOTAL	161	2656.000			

CV = 18.15%

En el cuadro de análisis de varianza se puede observar que existe diferencia significativa entre bloques, el bloque I y el bloque III presentan mayor promedio en el número de hojas por planta, esto posiblemente se deba a que los bloques I y III recibieron mayor cantidad de luz dentro del vivero, ya que la luz es importante en la fotosíntesis y en el crecimiento de las plantas, así también esta diferencia entre bloques puede deberse al ataque de insectos como ser hormigas cortadoras conocida por los comunarios con el nombre se saja.

Se puede observar que existe diferencia altamente significativa en el factor A (fertilizantes foliares) y el factor B (sustratos), también se observa que la interacción entre ambos factores es altamente significativa con relación al número de hojas por planta. Para una mejor interpretación de los resultados se realizo la prueba de Duncan.

Cuadro 21. Efecto de los fertilizantes foliares en el número de hojas, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Número de Hojas	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	16.00	a
Rendimax	15.96	a
Sin Fertilizante	13.04	b

Según la prueba de Duncan al (5%) se observan dos grupos, el grupo en el cual se aplico fertilizantes foliares muestra mayor promedio en el número de hojas, Basfoliar Algae (16 hojas) y Rendimax (15.96 hojas), pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Si existe diferencia estadística en comparación con el grupo que no se aplico fertilizantes foliares (13.04 hojas).

Es posible que la aplicación de fertilizantes foliares favoreciera la formación de nuevas hojas, ayudando a mantener la actividad fotosintética, estimulando la absorción de nutrientes teniendo un efecto parcialmente estimulante en el proceso de producción de hojas en la planta.

Cuadro 22. Efecto de los sustratos en el número de hojas, prueba de Duncan.

Sustrato	Número de Hojas	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	18.50	a
Limo o Lama	14.02	b
Testigo	12.48	c

En cuanto a los sustrato según la prueba de Duncan al (5%) se observan tres grupos, donde se observa que el sustrato que tuvo mejor resultado promedio en el número de hojas es la gallinaza (18.5 hojas) seguido del sustrato con mayor cantidad de limo (14.02 hojas) y por ultimo el sustrato testigo (12.48 hojas).

Se observo en este caso que el sustrato gallinaza descompuesta ayudo a la formación de las hojas, posiblemente debido a una mejor estructura que da a la planta, permitiendo su anclaje y soporte de las hojas a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. También puede deberse a que la gallinaza por su alto contenido de nitrógeno ayudara a la formación de hojas.

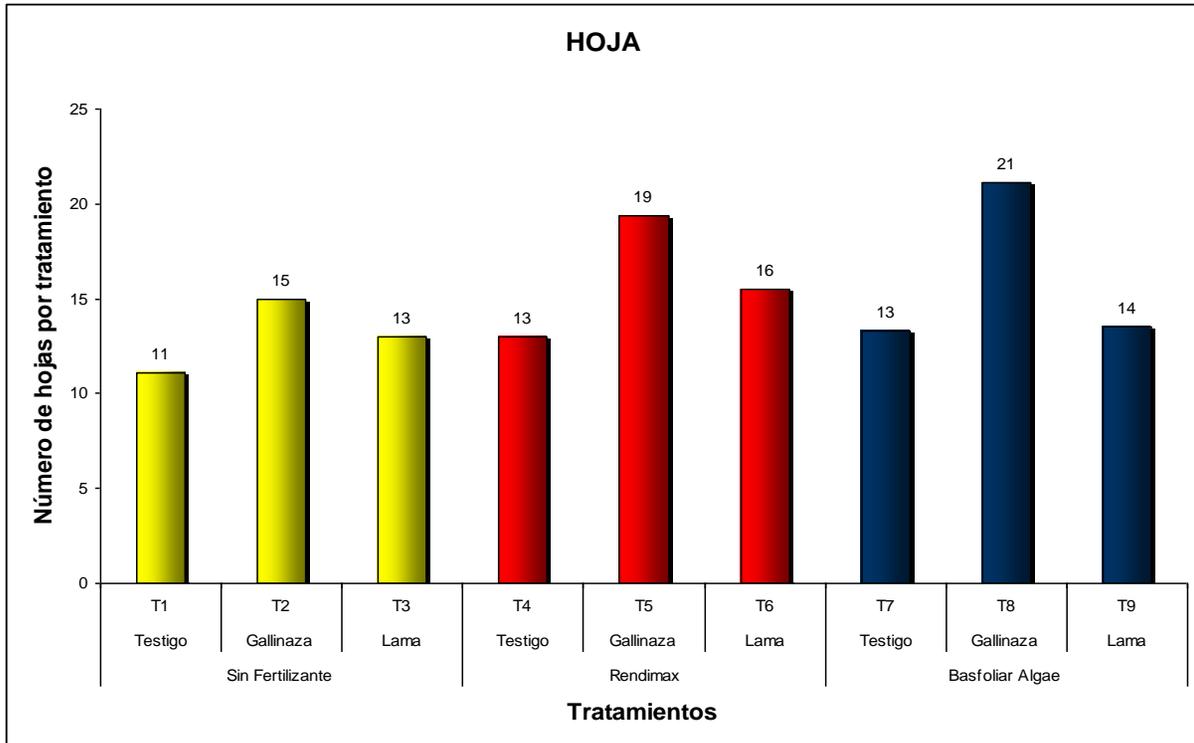


Figura 23. Promedio del número de hojas de los plantines de mandarina Cleopatra por tratamiento.

En la figura 23, se observa que los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato, muestran mayor número de hojas, T_8 (21 hojas) y el T_5 (19 hojas) en el cual se aplicó Basfoliar Algae, Rendimax y gallinaza como sustrato, el tratamiento que presentó menor número de hojas es el T_1 (11 hojas), en el que se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo) sin aplicación de fertilizantes foliares.

Es posible que la aplicación de los fertilizantes foliares en las plantas tuvieran un efecto positivo, ya que las hojas al estar en un estado tierno, pudieron aprovechar mejor la absorción de los nutrientes.

Es posible que la gallinaza descompuesta influenciara bastante en la estructura del suelo, debido a que proviene de una mezcla de deyecciones líquidas y sólidas, que posiblemente poseían diferentes concentraciones de nutrientes los cuales incrementaron el número de hojas en la planta.

En cambio el sustrato empleado en el vivero (testigo) obtuvo un comportamiento desfavorable debido a la baja porosidad que presento y al bajo contenido de nutrientes, afectando desfavorablemente el incremento de hojas.

Según Boaretto y Rosolem (1989), mencionan que las hojas jóvenes no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes es más efectiva cuando existe mayor cantidad de follaje joven, favorecerá un mayor ingreso de nutrientes vía cuticular.

Según Robles (1998), señala que el número de hojas obviamente depende del número de nudos del tallo ya que de cada nudo emerge una hoja.

6.2.3 Diámetro del tallo

Dentro de las variables agronómicas se evaluó la variable diámetro del tallo, los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 23. Análisis de varianza de la variable agronómico diámetro de tallo.

Fuente de Variación	Diámetro				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	0.169	0.085	0.52	0.5961 ^{NS}
Fertilizante	2	10.069	5.035	30.86	0.0001 ^{**}
Sustrato	2	24.412	12.206	74.81	0.0001 ^{**}
Fert - Sust	4	3.625	0.901	5.52	0.0004 ^{**}
Error	151	24.637	0.163		
TOTAL	161	62.890			

CV = 11.59%

En el cuadro de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa entre bloques, esto se debe a que el diámetro del tallo no fue afectado por los factores externos.

Se puede observar que existe diferencia altamente significativa en el factor A (fertilizantes foliares) y el factor B (sustratos), también se observa que la interacción entre ambos factores es altamente significativa, respecto al diámetro del tallo, para observar mejor la diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan.

Cuadro 24. Efecto de los fertilizantes foliares en el diámetro de tallo, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Diámetro (mm.)	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	3.73	a
Rendimax	3.59	a
Sin Fertilizante	3.14	b

Según la prueba de Duncan al (5%) se observa dos grupos, el grupo que se aplico fertilizantes foliares muestra mayor grosor en el diámetro del tallo, Basfoliar Algae (3.73 mm.) y Rendimax (3.59 mm.), si existe diferencia numérica pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Si existe diferencia estadística en comparación con el grupo que no se aplico fertilizantes foliares dentro del vivero (3.14 mm.).

Es posible que los fertilizantes foliares pudieron ser mejor aprovechados por la planta debido a que el tallo no presenta pared secundaria, favoreciendo de esta manera la absorción de nutrientes por medio de los estomas.

Según Bidwell (1997), menciona que los nutrientes pueden penetrar a través del tallo, si este no presenta una suberización o lignificación muy fuerte, tal es el caso de las ramas más jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo de las plantas.

Cuadro 25. Efecto del sustrato en el diámetro del tallo, prueba de Duncan.

Sustrato	Diámetro (mm.)	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	4.02	a
Limo o Lama	3.34	b
Testigo	3.10	c

En cuanto a los sustratos según la prueba de Duncan al (5%) se observa tres grupos, el grupo donde se utilizo gallinaza (4.02 mm.) como sustrato muestra mayor grosor en el diámetro del tallo seguido del grupo que se empleo limo (3.34 mm.) y por ultimo el grupo con el sustrato empleado en el vivero testigo (3.1 mm.).

Es posible que la gallinaza descompuesta por su alto contenido de de nitrógeno, ayudara al desarrollo en grosor del tallo, debido a que el nitrógeno es un factor importante para el desarrollo y crecimiento de la planta.

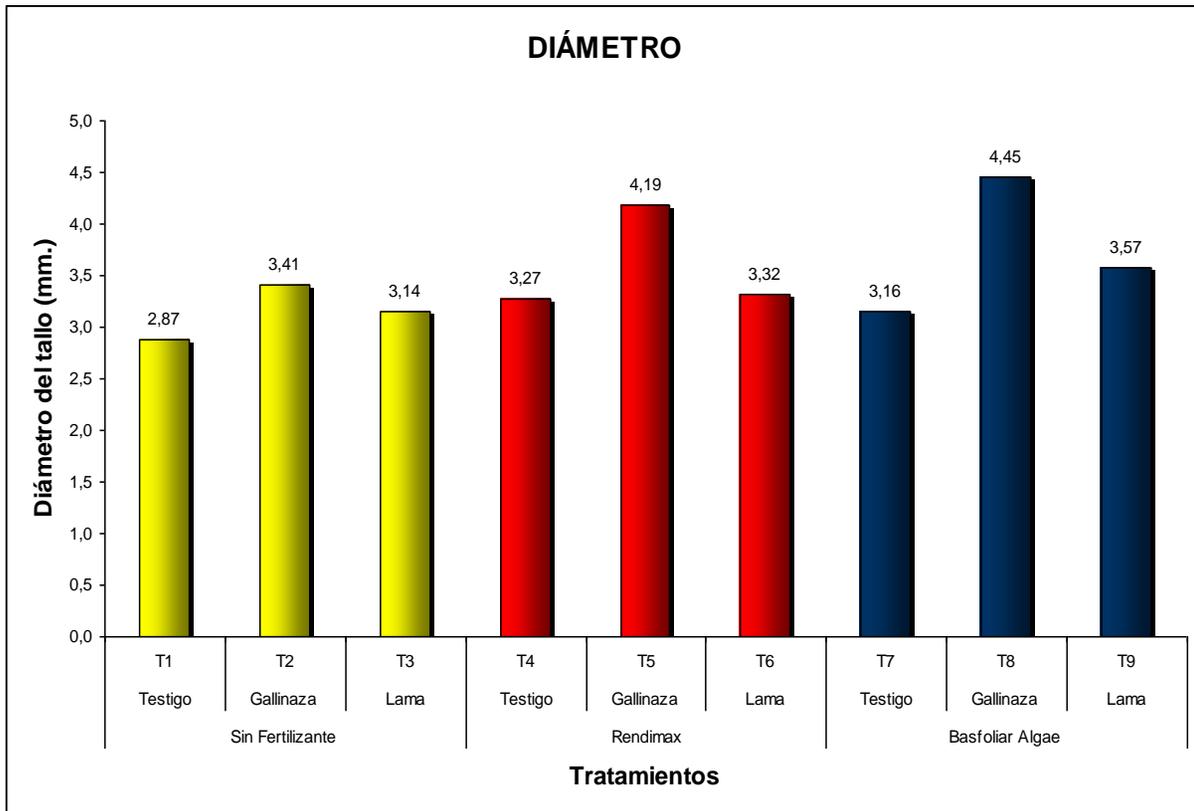


Figura 24. Promedio del diámetro del tallo de los plantines de mandarina Cleopatra por tratamiento en (mm.).

Se puede observar que los tratamientos que se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato muestra mayor grosor en el tallo, en comparación con los tratamientos que no se aplicaron fertilizantes foliares y se utilizo el sustrato empleado en el vivero (testigo).

El tratamiento que presento mayor grosos en el diámetro del tallo, es el tratamiento T₈ (4.45 mm) donde se aplico Basfoliar Algae como fertilizante foliar y gallinaza como sustrato, el tratamiento que presento menor diámetro en el tallo es el tratamiento T₁ (2.87 mm) en el cual se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo), sin la aplicación de fertilizantes foliares.

Como en las anteriores variables se observa que el mejor progreso se da en el tratamiento T₈, esto puede ser debido a la buena interacción entre los fertilizantes foliares y la gallinaza descompuesta, debido a su alto contenido de nitrógeno que presenta.

Posiblemente los tratamientos que se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza descompuesta como sustrato, muestran mayor grosor en el tallo. Esto debido a que los fertilizantes pudieron penetrar fácilmente los tejidos del tallo ya que no presentan lignificación y pueden absorber nutrientes sin dificultad, permitiendo la incorporación de elementos esenciales al metabolismo de la planta generado en el proceso de fotosíntesis. Es posible que las auxinas activaran el cambium para producir xilema y floema, por lo que favoreció el crecimiento en grosor del tallo.

Según Robles (1998), indica que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores más importantes que incide en el diámetro de las plantas, altas dosis de nitrógeno influyen positivamente en esta variable.

Según Cuadra (1990), señala que el diámetro del tallo es una característica de suma importancia en los cultivos, la cual puede verse afectada por la densidad poblacional y nitrógeno disponible.

Según Alarcón (1995), indica que en viveros de cítricos el grosor del tallo mostró un comportamiento que coincide con el que se obtuvo en la altura de la planta, pues a medida que aumenta la dosis de gallinaza, el grosor del tallo se incrementa.

Según Hartmann y Kester (1998), menciona que las auxinas intervienen en el crecimiento del tallo, la formación de raíces, activación de las células del cambium, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de hojas y frutos.

6.2.4 Longitud de la raíz

Dentro de las variables agronómicas se evaluó la longitud de raíz, los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza.

Cuadro 26. Análisis de varianza de la variable agronómica longitud de la raíz.

Fuente de Variación	Longitud de la Raíz				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	11.221	5.610	3.57	0.0522 *
Fertilizante	2	165.827	82.914	52.8	0.0001 **
Sustrato	2	503.610	251.805	160.35	0.0001 **
Fert - Sust	4	15.079	3.770	2.4	0.0931 *
Error	151	25.126	25.126		
TOTAL	161	720.863			

CV = 7.21%

En el cuadro 28 de análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre bloques, esto se debe posiblemente a factores del medio ambiente, como ser la humedad y la precipitación de lluvias en el vivero.

Se observa que existe diferencia altamente significativa en el factor A (fertilizantes foliares) y en el factor B (sustratos), también se observa que la interacción entre ambos factores es significativa, respecto a la longitud de la raíz, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos se realizó la prueba de Duncan.

Cuadro 27. Efecto de los fertilizantes foliares en la longitud de la raíz, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Longitud de la Raíz (cm.)	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	19.32	a
Rendimax	18.90	a
Sin Fertilizante	13.87	b

Según la prueba de Duncan al (5%) se observan dos grupos, el grupo que se aplicó fertilizantes foliares muestra mayor longitud en la raíz, Basfoliar Algae (19.32 cm.) y Rendimax (18.9 cm.), pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Si existe diferencia estadística en comparación al grupo que no se aplicó fertilizantes foliares (13.87 cm.).

Posiblemente los fertilizantes foliares al contener citóquininas que son sustancias derivadas de las purinas, que se producen en los ápices de la raíz estimulan el proceso de división celular por lo general estimulando el crecimiento de la raíz.

Según Boaretto y Rosolem (1989), menciona que la fertilización estimulante consiste en la aplicación de formulaciones de NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas. Las cuales inducen en un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular.

Cuadro 28. Efecto de los sustratos en la longitud de la raíz, prueba de Duncan.

Sustrato	Longitud de la Raíz (cm.)	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	22.39	a
Limo o Lama	17.86	b
Testigo	11.84	c

En cuanto a los sustratos según la prueba de Duncan al (5%) se observa tres grupos, donde el grupo que presento mayor longitud en la raíz es la gallinaza (22.39 cm.) seguido del grupo que se empleo limo (17.86 cm.) como sustrato, y por último el sustrato empleada en el vivero testigo (11.84 cm.).

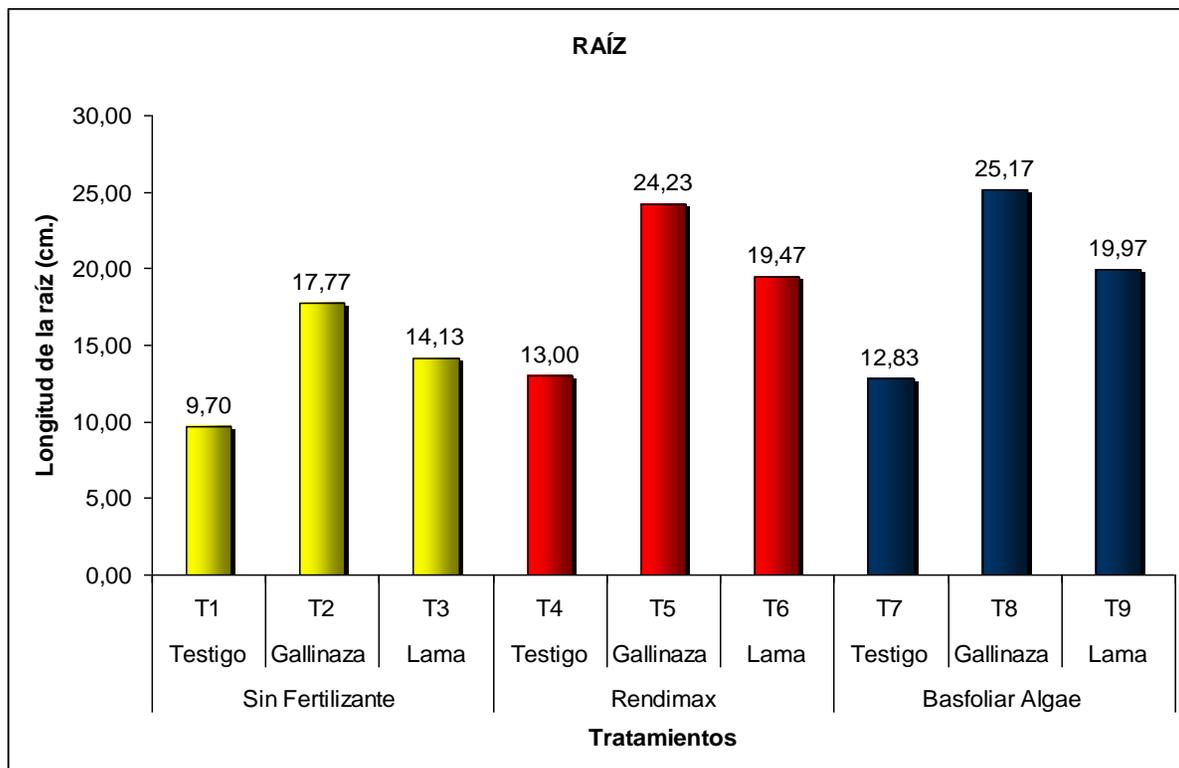


Figura 25. Promedio de la longitud de la raíz por tratamiento en la mandarina Cleopatra en (cm.)

Los tratamientos donde se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato, muestran mayor longitud en la raíz, en comparación con los tratamientos que no se aplicó fertilizantes foliares y se utilizó el sustrato empleado en el vivero.

El tratamiento que presenta mayor longitud en la raíz, es el tratamiento T_8 (25.17 cm.) en el que se aplicó fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato, el tratamiento que presentó menor longitud en la raíz es el tratamiento T_1 (9.7 cm.) donde se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo) sin la aplicación de fertilizantes foliares.

Posiblemente los fertilizantes foliares al contener auxinas, promueven el crecimiento y desarrollo de las raíces, tallo y la altura de la planta. Debido a que la gallinaza descompuesta tiene una gran cantidad de nutrientes y una alta porosidad, puede desarrollar más fácilmente las raíces y tener un crecimiento mayor que con otros sustratos.

Según Hartmann y Kester (1998), menciona que las auxinas provocan la aparición de las raíces en los esquejes de los tallos, las auxinas intervienen en la formación de las raíces, activan las células del cambium y la inhibición de las yemas laterales.

Según CASAFE (2012), señala que el calcio es esencial para el crecimiento de las raíces y forma membranas, el calcio por lo general se aplica al suelo para reducir la acidez, por este motivo se llama corrector del suelo.

Según FAO (2004), menciona que la gallinaza se puede usar en la mayoría de los cultivos pero por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizantes nitrogenados para evitar su exceso.

Según Yagodin (1986), indica que cantidades moderadas de nitrógeno (nitrato) impactan en la actividad hormonal por lo que las raíces de las plantas crecen constantemente en busca de nuevas áreas de suelos ricos en nitrato. Además se ha demostrado que el crecimiento de las raíces no es aleatorio sino que es guiado por mecanismos moleculares que detectan la presencia y disponibilidad de nitrato en el suelo.

Según Tiran (1999), menciona que en estudios realizados en la región del Chalco - Amecameca, encontró que el efecto de aplicar la combinación de fertilizante nitrogenado, fosforito con gallinaza reporta que se obtuvieron máximos resultados en el desarrollo del cultivo tanto en altura, raíz, diámetro y área foliar.

6.3 Variables fisiológicas

A continuación se presenta el análisis de varianza de los resultados obtenidos de la variable fisiológica, área foliar que se evaluó en la investigación.

6.3.1 Área foliar

Dentro de las variables fisiológicas se evaluó el área foliar, los datos se obtuvieron midiendo el largo y ancho de la hoja y multiplicándolo por el factor de corrección.

$$AF = (\text{Largo de la hoja} \cdot \text{Ancho de la hoja}) 0.75$$

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en el cuadro.

Cuadro 29. Análisis de varianza de la variable fisiológica área foliar.

Fuente de Variación	Área Foliar				
	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	784.582	392.291	0.60	0.5491 *
Fertilizante	2	27435.271	13717.635	21.05	0.0001 **
Sustrato	2	92815.231	46407.615	71.20	0.0001 **
Fert - Sust	4	13978.233	3494.558	5.36	0.0005 **
Error	151	98421.373	651.797		
TOTAL	161	233434.689			

CV = 18.15%

En el cuadro 31 de análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre bloques, el bloque I y bloque III muestran mayor área foliar en comparación al bloque II, esto se debe a factores externos como la luz que es un factor importante en la fotosíntesis, para que una planta pueda incorporar nutrientes en los metabolismos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta.

En el cuadro de análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa en el factor A (fertilizantes foliares) y el factor B (sustratos) respecto al área foliar. Esto se debe a mayor altura de planta, es mayor el número de hojas y mayor área foliar tiene, es directamente proporcional.

También se observa que la interacción entre ambos factores es altamente significativa. Para una mejor interpretación de los resultados se realizó la prueba de Duncan.

Cuadro 30. Efecto de los fertilizantes foliares en el área foliar, prueba de Duncan.

Fertilizante Foliares	Área Foliar cm²	Prueba de Duncan (5%)
Basfoliar Algae	150.00	a
Rendimax	149.66	a
Sin Fertilizante	122.22	b

En el cuadro 32 la prueba de Duncan al 5% se observa dos grupos, donde el grupo que se aplicó fertilizantes foliares mostraron mayor área foliar promedio, Basfoliar Algae (150 cm²) y Rendimax (149.66 cm²), pero no existe diferencia estadística entre ambos fertilizantes foliares. Pero sí existe diferencia significativa en comparación con el grupo que no se aplicó fertilizante foliar (122.22 cm²).

Cuadro 31. Efecto de sustrato en el área foliar, prueba de Duncan.

Sustrato	Área Foliar cm²	Prueba de Duncan (5%)
Gallinaza	173.44	a
Limo o Lama	131.43	b
Testigo	117.02	c

En cuanto a los sustratos según la prueba de Duncan al 5% se observan tres grupos, donde el grupo que se utilizó gallinaza (173.44 cm²) como sustrato muestra mayor área foliar, seguido del grupo que se empleó limo (131.43 cm²), y por último el sustrato empleado en el vivero testigo (117.02 cm²).

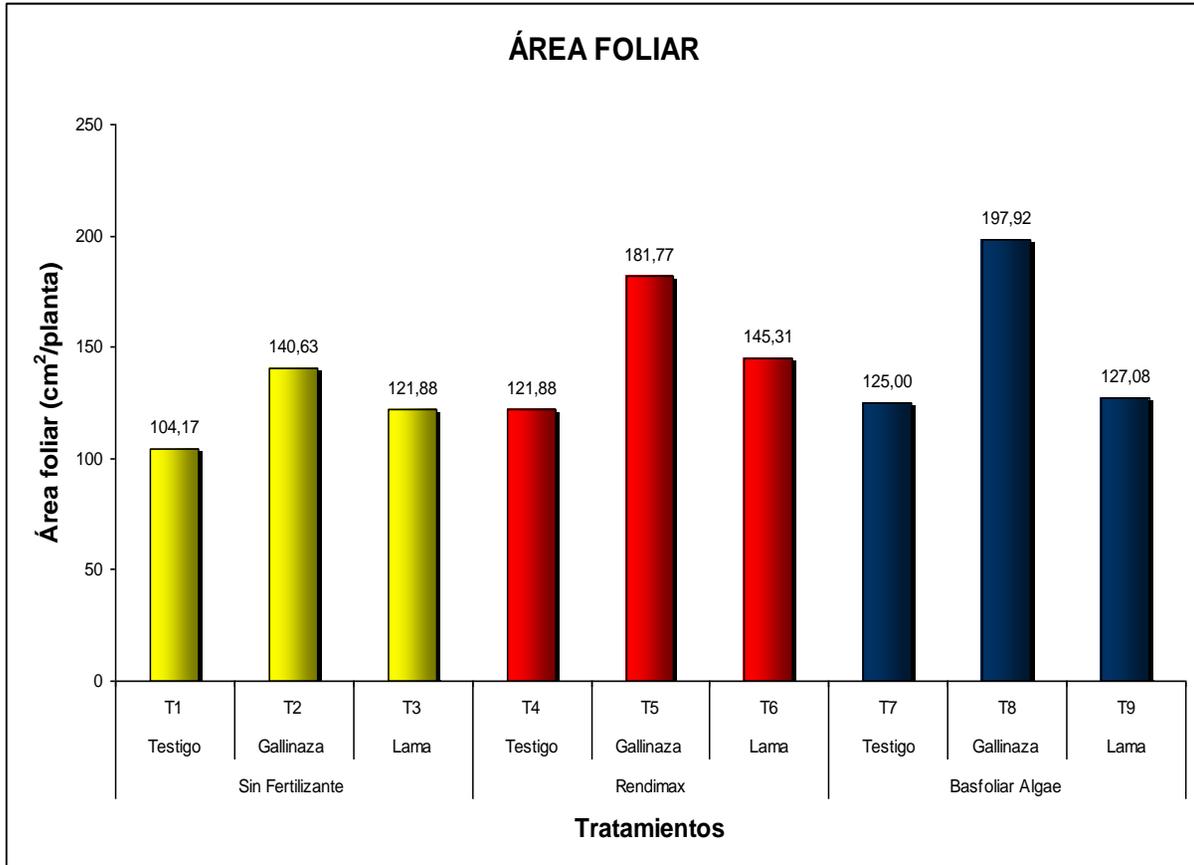


Figura 26. Promedio del área foliar de los plantines de mandarina Cleopatra en (cm²).

En la figura se observa que los tratamientos que se aplicaron fertilizantes foliares y gallinaza como sustrato muestran mayor área foliar, en comparación con los tratamientos que no se aplicaron fertilizantes foliares y se empleó el sustrato utilizado en el vivero (testigo).

El tratamiento que presentó mayor área foliar es el **T₈** (197.92 cm²), donde se aplicó el fertilizante foliar Basfoliar Algae y gallinaza como sustrato, el tratamiento que presentó menor área foliar es el **T₁** (104.17 cm²), en el que se utilizó el sustrato empleado en el vivero (testigo) sin la aplicación de fertilizantes foliares.

En los tratamientos donde se aplicó fertilizantes foliares se obtuvo un mejor desarrollo del área foliar, esto podría deberse al alto contenido de nutrientes disponibles que contienen los fertilizantes foliares y que son asimilados rápidamente por la planta.

Según Boaretto y Rosolem (1989), menciona que las hojas no tienen una capa cuticular suficientemente desarrollada, las aplicaciones foliares de nutrientes son más efectivas, cuando existe mayor cantidad de follaje joven favorece un mayor desarrollo cuticular.

La gallinaza presento mayor área foliar en los tratamientos donde fue empleado, lo cual puede deberse a que la gallinaza tiene un alto contenido de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y otros, que fue mejor aprovechado por la planta.

Según Antonio T. y Diana A. (2010), menciona que la absorción de nutrientes esta relacionada con la capacidad de intercambio catiónico con las hojas, y la valencia del ion influye en el intercambio. Los iones K y NH_4 requieren de un Hidrogeno en el intercambio mientras que el Ca^2 y el Mg^2 requieren de dos hidrógenos, por lo tanto los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor numero de valencia.

Según Boaretto y Rosolem (1989), sugiere que la nutrición foliar depende de la absorción que se realizara a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado la aplicación no será eficiente. Los mejores resultados se obtuvieron mientras mayor sea el desarrollo del follaje.

Según Demolon (1995), indica que el nitrógeno presenta un elemento necesario para la división celular y el desarrollo de los órganos vegetales, aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática activa. Quien encontró que a mayor cantidad de nitrógeno aumenta el área foliar. Este efecto se observa en el abastecimiento de nitrógeno en el área foliar.

Según Maldonado y Vergara (1993), menciona que algunos estudios han demostrado que la aplicación de gallinaza es más efectiva cuando se aplica mezclas con fertilizantes. Investigaron la aplicación conjunta de gallinaza y fertilizantes químicos y su aplicación por separado. En el estudio concluyeron que la mezcla orgánica mineral aumenta sustancialmente en el rendimiento en el cultivo y esto se expresa en el área foliar.

6.4 Análisis económico

El análisis económico se realizó utilizando la metodología de presupuestos parciales (Perrin et. al, 1979), que consiste en considerar solamente aquellos costos variables en los que se incurre, cuando se cambia o compara dos o más alternativas tecnológicas.

Para realizar el análisis de costos variables de los diferentes sustratos empleados en la investigación se realizó un cuadro donde se muestra, los costos parciales y los beneficios brutos y netos.

Cuadro 32. Beneficio netos, beneficios brutos y costos variables de los sustratos.

N.-	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Sustratos			Costo parcial
				b ₀	b ₁	b ₂	
1	Habilitación camas de crecimiento	Jornal	1	15	15	15	45
2	Nivelado camas de crecimiento	Jornal	1	15	15	15	45
3	Cernido de tierra negra	Jornal	1	15	15	15	45
4	Cernido de tierra del lugar	Jornal	1	15	15	15	45
5	Preparación del sustrato	Jornal	1	15	15	15	45
6	Embolsado	Unidad	1	32,4	32,4	32,4	97,2
7	Traslado de bolsas	Jornal	1	15	15	15	45
8	Plántulas de mandarina Cleopatra	Unidad	500	50	50	50	150
9	Fertilizante Foliar Basfoliar Algae	Unidad	1		45	45	90
10	Fertilizante Foliar Rendimax	Unidad	1		45	45	90
11	Bolsas	Unidad	500	32,4	32,4	32,4	97,2
12	Mochila aspersor	Unidad	1	60	60	60	180
13	Insecticida	Unidad	1	30	30	30	90
14	Formol	Unidad	1	17	17	17	51
15	Tierra del lugar	m ³	1	0	0	0	0
16	Tierra negra	m ³	1	40,5	35,1	21,6	97,2
17	Gallinaza descompuesta	Bolsa	1		20		20
18	Limo o lama	m ³	1	21,5	18,9	32,4	72,8
19	Riego	Jornal	1	15	15	15	45
20	Deshierbe	Jornal	1	15	15	15	45
21	Control fitosanitario	Jornal	1	15	15	15	45
22	Fertilización foliar	Jornal	1	15	15	15	45
Total costos variables (Bs.)				433,8	535,8	515,8	1485,4
Total beneficio bruto (Bs.)				810	810	810	2430
Total beneficio neto (Bs.)				376,2	274,2	294,2	944,6
Relación beneficio costo				1,87	1,51	1,57	1,64

En el cuadro 34 se puede observar los costos de producción para los plantines de mandarina Cleopatra, por sustrato empleado en la investigación.

El sustrato **b₀** (1 de tierra del lugar, 2 de limo, 3 de tierra negra) testigo tiene un costo de 433.8 Bs. El sustrato **b₁** (1 de tierra del lugar, 2 de limo, 3 de tierra negra, 1 de gallinaza descompuesta) tuvo un costo de 535.8 Bs. El sustrato **b₂** (1 de tierra del lugar, 3 de limo y 2 de tierra negra) tiene un costo de 515.8 Bs.

Según los costos de producción de cada sustrato se puede observar que el sustrato que costo menos para la producción de plantines de mandarina Cleopatra es el **b₀** sustrato empleado en el vivero (testigo) en comparación con los sustratos **b₁** y **b₂** pero la diferencia entre ambos en el costo es minima.

El sustrato que represento más gasto es el sustrato **b₁** donde los costos de obtención de la gallinaza implico un gasto adicional, pero mostró mejores resultados en la investigación tanto en las variables fenológicas, fisiológicas y muy buenos resultados en las variables agronómicas, produciendo plantines de alta calidad en un periodo de tiempo corto.

El costo de producción de cada plantin por sustrato se muestra en el siguiente cuadro, para cada sustrato se empleo 162 plantines de mandarina Cleopatra, donde el costo de producción de cada plantin es el total del costo variable dividido entre el número de plantines empleados por sustratos.

Cuadro 33. Costo de los plantines por sustrato, ganancia neta.

Sustratos	Total costo variable	Numero de plantines	Precio Unidad (Bs.)	Precio Venta (Bs.)	Ganancia Neta (Bs.)
b₀	433,8	162	2,68	5	2,32
b₁	535,8	162	3,31	5	1,69
b₂	515,8	162	3,18	5	1,82

En el cuadro se observa el costo de producción de cada plantin, donde el sustrato **b₀** es el que muestra el menor costo de producción y mayor ganancia. Los sustratos **b₁** y **b₂** muestran costos más elevados en comparación con el sustrato **b₀** en la producción de plantines, pero muestran una ganancia ya que el precio de venta de los plantines en vivero es de Bs.- 5 por unidad.

VII CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, de los efectos de dos fertilizantes foliares en el crecimiento vegetativo de la mandarina Cleopatra con tres tipos de sustrato en vivero, se llegó a las siguientes conclusiones.

- En el presente trabajo de investigación se observó que existe una buena interacción entre ambos factores fertilizantes foliares y sustratos, esto se debe a que las plantas pueden absorber nutrientes tanto por la raíz como por las hojas lo que favoreció el crecimiento y desarrollo de los plantines de mandarina Cleopatra en el vivero.
- Los fertilizantes foliares incrementaron la velocidad de crecimiento de los plantines de mandarina Cleopatra en el vivero, ya que al realizar fertilizaciones foliares ayudó a obtener plantines de mayor altura en un corto periodo, logrando obtener plantines de buena altura y diámetro listos para usar como pie de injerto.
- Con respecto a las variables agronómicas se observó en la investigación que la altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo y longitud de la raíz, mostraron buenos resultados al aplicarse fertilizantes foliares, donde los tratamientos que mostraron mejores resultados fueron aquellos que se aplicaron fertilizantes foliares (Basfoliar Algae y Rendimax). El fertilizante foliar que obtuvo el mejor resultado combinado con el sustrato **b₁** (gallinaza descompuesta), fue Basfoliar Algae ya que este producto está formulado a base de algas marinas que tiene un alto contenido de carbohidratos, vitaminas y fitohormonas (auxinas y citoquininas), lo que hace que este producto sea un bioestimulador completo.
- En cuanto a los efectos de los fertilizantes foliares en la fisiología de los plantines de mandarina Cleopatra, mostraron buenos resultados en el incremento del área foliar donde la aplicación del fertilizante foliar Basfoliar Algae manifestó buenos resultados, incrementando el tamaño y el número de hojas en las plantas.

- Con respecto a la variable fenológica porcentaje de prendimiento, se observo que los sustratos si bien juegan un papel importante en el desarrollo de los plantines de mandarina Cleopatra, no muestran un efecto importante en el prendimiento de las plántulas al momento de realizar el repique, por lo que se observo en la investigación que esta variable porcentaje de prendimiento es dependiente del manejo y de las buenas practicas al momento de realizar el repique.
- Los sustratos en las variables agronómicas mostraron muy buenos resultados, los tratamientos en los que se empleo el sustrato **b₁** compuesto por (1 de tierra, 2 de limo o lama, 3 de tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta), se observo que incremento notablemente el crecimiento en altura de los plantines así también el número de hojas y el diámetro del tallo y la longitud de la raíz, esto debido a que la gallinaza tiene un alto contenido de nitrato un derivado del nitrógeno el cual es un nutriente muy importante para el desarrollo de las plantas y es más fácil de asimilar que el nitrógeno, favoreciendo de esta manera una rápida asimilación de los nutrientes por los plantines.
- También se observo que el sustrato **b₁** compuesto por (1 de tierra, 2 de limo o lama, 3 de tierra negra y 1 de gallinaza descompuesta) no solo juega un papel importante en las variables agronómicas, también afecta de manera positiva la fisiología de las plantines como ser el área foliar, se observo que existió un incremento en el número de hojas y en el tamaño de las mismas así de esta manera mostró un incremento en el área foliar, donde la gallinaza descompuesta por tener alto contenido de nitratos favoreció la asimilación rápida de nutrientes para desarrollar más rápidamente el área foliar.
- En los costos de producción de los plantines de se observo que el sustrato **b₀** (testigo) es el que tiene menor costo de producción, en comparación con los sustratos **b₁** y **b₂**, pero a diferencia del sustrato **b₀** (testigo) los sustratos **b₁** y **b₂** mostraron mejores resultados en las variables evaluadas.

VIII RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y las conclusiones vertidas en el presente trabajo de investigación, se llegaron a las siguientes recomendaciones:

- Para la obtención de buenos plantines en vivero se recomienda emplear la utilización de fertilizantes foliares orgánicos, que contengan fitohormonas auxinas y citoquininas (Basfoliar Algae y Rendimax) para mejorar el crecimiento vegetativo de los plantines, así también se recomienda la preparación de sustratos con estiércoles de animales en especial de aves (gallinaza).
- Se recomienda realizar las fertilizaciones foliares tomando en cuenta ciertos factores como ser, la temperatura del lugar ya que los fertilizantes foliares son absorbidos mejor a los 21 °C, la luz es importante en la asimilación de nutrientes mediante la fotosíntesis, como así también la humedad relativa del lugar ya que favorece la absorción de los nutrientes vía foliar.
- Se recomienda realizar la fertilización en las mañanas muy temprano o en las tardes, ya que la hora de aplicación es importante al momento de realizar la fertilización foliar, esto debido a que los estomas están abiertos por las mañanas y es por donde ingresa los nutrientes y a medida que pasa el día se cierran para no perder agua, evitando así el ingreso de los nutrientes y nuevamente se abren al finalizar la tarde, por lo que es recomendable realizar las fertilizaciones foliares de 7:00 a 9:00 a.m. de la mañana y por las tardes de 4:00 a 6:00 p.m.
- Se recomienda realizar la fertilización foliar a una temprana edad de la planta, ya que tiene mayor capacidad de absorción de nutrientes, debido a que las hojas jóvenes no presenta mucha será cuticular y los tallos no presentan suberificación por lo que planta puede absorber nutrientes no solo por las hojas sino también por el tallo.

- Se recomienda usar la gallinaza descompuesta como sustrato para otros plantines en fase de vivero como ser; mango, manzana, palta, café, mara, quina quina ya que a la fecha no existen estudios al respecto.
- Para una mejor aplicación de la gallinaza, se recomienda que este descompuesta y para poder acelerar este proceso es mejor quemar la gallinaza para eliminar las bacterias y hongos acelerar la descomposición de la misma, favoreciendo así que se pueda utilizar para la preparación de sustratos y los plantines puedan asimilar rápidamente los nutrientes.
- Se recomienda realizar trabajos similares en la zona con otros cítricos, debido a que la comunidad de Circuata era una zona productora de cítricos en especial de limón pero debido al ataque de plagas y enfermedades se perdió la productividad de la zona.

BIBLIOGRAFIA

- ALARCON, A.; J. MARTÍNEZ; P. RODRÍGUEZ y T. BOICET (1995).** Efecto de la biofertilización sobre el crecimiento de la majagua en condiciones de viveros. Resúmenes I Taller Nacional sobre Desertificación. P. 53.
- ANACAFE (2004).** Asociación Nacional del Café, Programa de Diversificación de Ingresos en la Empresa Cafetalera, Cultivo de Mandarina.
- ANTONIO TRINIDAD SANTOS y DIANA AGUILAR MANJARREZ (2010).** Fertilización Foliar un Respaldo Importante en el Rendimientos de los Cultivos.
- ARZOLA, P.N, FUNDORA, H.O y MACHADO, A.J 181 (1981).** Suelos, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba. 461 pp.
- BIDWEIL, R.G.S. (1997).** Plant physiology. MacMillan Publishing Co, Inc. New York, N.Y. USA.
- BOARETTO E.; ROSOLEM C. (1989).** Adubação foliar, conceituação e prática. In Adubação foliar, Eds, Boaretto E y Rosolem C, Fundação Cargil, Brasil, pp, 301 – 320.
- BOUTHERIN, D.; BRON, G. (2002).** multiplicación de plantas hortícolas. ACRIBNA. Zaragoza, España. 225 p.
- BRADY N.C. & WEIL R. (1996).** The nature and properties of soils
- CASAFE (2012).** Cámara de Saanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Argentina, Asociada a: CROPLIFE Latin America.
- CALZADA, J. B. 1982.** Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima, Perú 640 p.
- CAMPO (2005),** Precisión Alemana en Nutrición Vegetal. Alemania.

- CÉSAR R. VENEGAS VILLAROEL (2010).** Fertilizacion Foliar Complementaria para Nutricion y Sanidad en Produccion de Papas.
- C.I.A. (2002).** Centro de Investigacion Agronomicas, Fertilizacion Foliar Principios y aplicaciones, Laboratorio de suelos y foliares UCR Universidad de Costa Rica.
- CORRALES G., J. A. (1996).** Enfermedades causadas por virus, viroides y similares en cítricos. *Asocia* 4(4):19-24. Manizales, Colombia.
- CUADRA, M. (1990).** Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, espaciamento y poblaciones, sobre el crecimiento y desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea mays L.*) Var. NB - 6. Tesis de Ing. Agr. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias Managua – Nicaragua. 191 pp.
- DEVICES, F. y ALBRIGO, L. (1999).** Cítricos. Editorial ACRIBA. Zaragoza, España 150 p.
- DEMOLON, A. (1995).** Crecimiento de los Vegetales Cultivados. Edicion Revolucionario Habana - Cuba 199 pp.
- DIAGNOSTICO MUNICIPAL (2006).** Plan de desarrollo municipal de Cajuata. 3ª Seccion Municipal – Provincia Inquisivi. Fondo de Desarrollo Alternativo. Ingenieria Agronomica Siglo XXI
- DISAGRO (2009).** Conceptos basicos fertilizantes y rellenos.
- EIBNER, R. (1996).** Foliar fertilization, importance and prospects incrop production. pp. 3-13. *In:* A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical
- FAO (2009).** Las semillas agricolas y hortícolas: Produccion y control y distribucion. Traducido al español por Simulta Corporation. Roma, Italia. 444 – 450 pp.

FAO (2014). Proyecciones de la Produccion, demanda y comercialización de citricos. Decima reunión Albufeira Portugal.

FERRÁN, J.; ANGÉLICA MARTÍNEZ y V. MARTÍNEZ. (1992). Utilización de la fosforina en viveros de café. VIII Seminario Científico del INCA. Biofetro – 92. C. Habana p.27.

GOOGLE EARTH – MAPAS. <http://google.com>. Consulta realizada en 10/10/2012

GUERRERO, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilizacion de los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – Barcelona – Mexico. 206 pp.

HARTMANN, H. y KESTER, D. (1998). Programa de plantas. Mexico D. F. Compañía Editorial Continental, S. A. De C. V. 760 p.

HARTMANN, H y KESTER, D. (2002). Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.

IBTA – E. E. S. (1996). Manejo de Huerto de Citricos. Instituto de Tecnologia Agropecuario “Informe Anual” Estacion Experimental de Sapecho. Alto Beni. La Paz, Bolivia.

I.G.M. (2009). Instituto Geografico Militar. Enciclopedia Interactiva. La Paz, Bolivia.

IICA (2004). Reunión nacional de trabajo sobre aspectos socio económica de la investigación agrícola en Bolivia. (1974). Instituto interamericano de ciencias agrícolas dirección regional para la zona andina: Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios división de investigación agropecuarias. Santa Cruz de la Sierra.

IMPAGRO (2010). Importancia Agrícola 2010 <http://www.impagro.com.bo/rendimax-uso.htm>

- INE (2013).** Instituto Nacional de Estadística. Número de Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs), según departamento 2013.
- INIFAP (2001).** Programa estratégico para el desarrollo rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México: Trópico Húmedo 2011 INIFAP
- JICA (2014).** Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Ecuador Guía Técnica Manejo de Viveros Forestales (JICA). 7 – 20 pp.
- JOSE MARTIN B. y MONICA B. (2010).** Aplicación de Fertilizantes. Curso de Fertilidad de Suelos 2010. Facultad de Agronomía – Universidad de la República Uruguay.
- LABRADOR M.J. (1996).** La materia orgánica en los agroecosistemas. Madrid - España. 174 p.
- MALDONADO T.R., VERGARA, S. M. A. (1993).** Diagnóstico nutrimental de naranja (*Citrus sinensis* L.) en varias regiones cítricas de México. In: SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN CÍTRICOS. 2., 1993, Chapingo. MemoriasChapingo: Universidad Autónoma 1993. p. 111 – 128.
- OCHOA, R. (2009).** Diseño Experimental. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia pag. 17 – 37.
- PADILLA, M. S. (1993).** Manual del Viverista. Perú, Lima de capacitación y extensión Forestal del CICAFOR. pp. 83 – 150.
- PAZ J. (1993).** Comportamiento inicial de seis variedades cítricas sobre cuatro patrones comerciales en Alto Beni. La Paz, Bolivia. 20 pp. S/p
- PÉREZ, M. VILLEGAS, R. (2009).** alternativa a la gallinaza en la elaboración de compost. 2009. <http://tesis.udea.edu.co>. 2009.

- PÉREZ I., C. (1998).** Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Méx. Plancarte M., I. 1971. Fertilización fosfatada
- PERRIN, R. WINKELMAN D. L., (1979).** Formulacion de Recomendaciones a partir de datos agronomicos. Manual Metodologica de Evaluacion Economica. Mexico D. F. 1 – 54 pp.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, (2006).** Gobierno Municipal de Cajuata. La Paz Bolivia. pp 14 - 26.
- RESTREPO, J. (1996).** Abonos orgánicos fermentados. Experiencia de Agricultura de Centroamerica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P.
- RESTREPO, J. (1998).** La idea y el Arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. Aporte y recomendaciones Cali – Colombia. 149 pp.
- REYES, C.P. (1990).** El maiz y su cultivo AGT. Editorial Mexico. Tercera Edición. Mexico D.F. pp 320 – 350.
- ROBLES S. R. (1998).** Produccion de Granos Forrajeros. Quinta Edición. Editorial Limusa. México D.F. 600 pp.
- ROMHEL V. (2000).** Aplicacion foliar de nutrientes. Reto y limites en la produccion agricola (2000).
- SAMARIBA, C. (1997).** Texto Basico de Granos Basicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 141 pp.
- SANCHEZ, C (2005).** Produccion y Comercializacion de Citricos. Ediciones RIPALME. Lima, Perú. 1 – 134 pp.
- SANCHEZ VALVERDE, JAVIER. (1995).** No mas desiertos verdes! Una experiencia en agricultura orgánica. 1 ed. San José, CODECE, 1995.

SEGURA A. (1993). Aspectos básicos de la fertilización foliar. In: IX Congreso Agronómico Nacional, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Vol 1, número 70. Sesiones de actualización y perspectivas, San José Costa Rica.

SENAMHI (2012). Datos estadísticos climáticos de La Paz – Bolivia.

VALENZUELA, O. R. y GALLARDO, C. S. (1998). Producción de plantines de tomate en medios de crecimiento formulados con suelo. Horticultura Argentina. 1998. (Aceptado para su publicación 23/06/98. En prensa.

VILLEGAS, G. G. J. M. (2003). Determinación cuantitativa de tres tipos de injerto de yema en cítricos (*Citrus sp.*) en la provincia de Caranavi. Tesis de Grado. UMSA. La Paz. Bolivia. 123 p.

VILLEGAS, M. A. y ANDRADE, R. M. (2005). En: Secado y almacenamiento de semillas de mandarina “Cleopatra” Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Chapingo, México 1 – 17 pp.

TECNAMED (2004). Tecnificación Agraria y Medioambiental, S.R.L.

TISDALE, S.L. y W.L. NELSON, (1991). Fertilidad de los suelos y fertilizantes. LIMUSA. México, D.F.

TIRAN, T.J. (1999). Uso de mezclas de abonos orgánicos y minerales en bajas dosificaciones en la asociación de maíz – frijol de temporal. Tesis, M.C. Colegio de Posgraduados, Chapingo Mex. 19 – 28 pp.

TONELLI, B. B.; GUERRERO, A.; VALENZUELA, O.R. y ROTHMAN, M.S. (2003); Respuesta biológica de plantines de melón sobre lombricompostos de diverso origen. XXII Congreso Argentino de Horticultura. Tucumán septiembre 2003.

YAGODIN, B.A: SMIRNOV. P: PETERBURGS, K.A, (1982 -1986). Agroquímica, Tomo I y II. Editorial Mir Moscú pp. 120 – 464.

ZANIER, F. (1974). Instituto interamericano de ciencias agrícolas dirección regional para la zona andina: Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios división de investigación agropecuarias: Reunión nacional de trabajo sobre aspectos socio económicos de la investigación agrícola en Bolivia.

ZAHARAN, S.M.; GARAY, J.R. (1990). Efecto de diferentes niveles de Nitrógeno, fraccionamiento y nivel de aplicación sobre el crecimiento y rendimiento del Maíz (*Zea mays* L.) Var NB - 6. Tesis Ing. Agr. Managua – Nicaragua. UNA 32 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Característica de los patrones o pies de injerto.

DESCRIPCIONES		CITRANGE TROYER	CITRANGE CARRIZO	MANDARINA CLEOPATRA	CITRUS VOLKAMERIANA
VIROSIS	TRISTEZA	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
	EXOCORTIS	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante
	XYLOPOROSIS	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Sensible
	WOODY GALL	Sensible	Sensible	Tolerante	Sensible
HONGOS	PHYTOPHTHORA	Resistencia media	Resistencia media	Resistente	Media sensible
	ARMILLARIA	Sensible	Sensible	Sensible	Resistente
	POBREDUMBRE SECA	Sensible	Sensible	Sensible	
SUELO Y CLIMA	NEMATODOS	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible
	CALIZA	Media sensible	Media sensible	Resistente	Resistente
	SALINIDAD	Sensible	Sensible	Resistente	Resist. media
	BORO EN ALTO CONTENIDO	Resistente	Resistente	Resistencia media	
	ASFIX. RADICULAR	Sensible	Sensible	Sensible	Resistente
	SEQUÍA	Sensible	Sensible	Resist. media	Resistente
HELADA	Resistente	Resistente	Resistente	Sensible	
EFECTO EN VARIEDAD	VIGOR	Bueno	Bueno	Medio	Muy bueno
	PRODUCTIVIDAD	Buena	Buena	Buena	Elevada
	CALIDAD FRUTO	Buena	Buena	Muy buena	Baja
	TAMAÑO FRUTO	Bueno	Bueno	Menor	Bueno
	MADURACION	Adelantada	Adelantada	Retrasa	Adelantada
	COLORACION DEL FRUTO	Adelantada	Adelantada	Retrasa	Retrasa
	ESPESOR PIEL	Mayor	Mayor	Menor	Mayor
	TAMAÑO ARBOL	Mayor	Mayor	Normal	Mayor

Fuente: Sánchez (2005)

Para la elección de una variedad se debe tomar en cuenta los aspectos comerciales, comportamiento en el mercado, demanda, precio, periodo de recolección y comercialización. Característica del cultivo: productividad, entrada en producción, vigor, semilla por fruto, color, rusticidad, resistencia a la humedad. La influencia del pie sobre la variedad, la precocidad y características del fruto, la elección depende de gran medida de la postura o carácter del agricultor. Entre las variedades más preferida por los agricultores están: la mandarina Cleopatra, citrange Troyer, citrange Carrizo y citrus Volkameriana.

Anexo 2. Escenario de precios propuestos para la venta.

ESCENARIO PROPUESTO PARA LA VENTA					
RUBRO PRODUCTIVO	Cantidad Año	Precio (Bs.) Proyecto	Precio A (Bs.) Precio Real	Precio B (Bs.) Precio Real	Precio C (Bs.) Precio Real
ESPECIES FRUTALES					
Café (<i>Coffea arábica</i>)	7000	1	3	2	4
Mango (<i>Magnifera indica L.</i>)	6000	4	10	5	15
Limón (<i>Citrus limon</i>)	4000	3	7	5	10
Mandarina (<i>Citrus reshni ex. Tanaka</i>)	5000	4	10	5	15
Naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	3000	4	10	5	15
Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>)	3000	3	7	5	10
Manzana (<i>Malus domestica</i>)	10000	4	10	5	15
Durazno (<i>Prunus pérsica L.</i>)	2000	4	10	5	15
Palta (<i>Persea americana</i>)	4000	4	10	5	15
ESPECIES FORESTALES					
Cuñuri o Ceibo (<i>Erythrina cristal-galli</i>)	1000	0,5	0,5	0,5	1
Mara (<i>Swietenia macrophylla</i>)	4000	2	3	3	5
Quina quina (<i>Myroxylon balsamun</i>)	4000	1,5	1,5	2	2
Nogal (<i>Junglas nigra</i>)	4000	1	1	2	2,5
Siquili (<i>Cercis siliquastrum</i>)	1000	1	0,5	1,5	1
Total producción de plantines	58 000				
Precio promedio de plantines		2,64	5,96	3,64	8,96

En el anexo 2 se puede observar la lista de precios propuestos para la venta de cada especie producida en el vivero, donde la propuesta de precios reales “B” es la que se escogió para la venta de las especies frutales y forestales en el vivero, siendo esta un precio accesible para los agricultores de la zona.

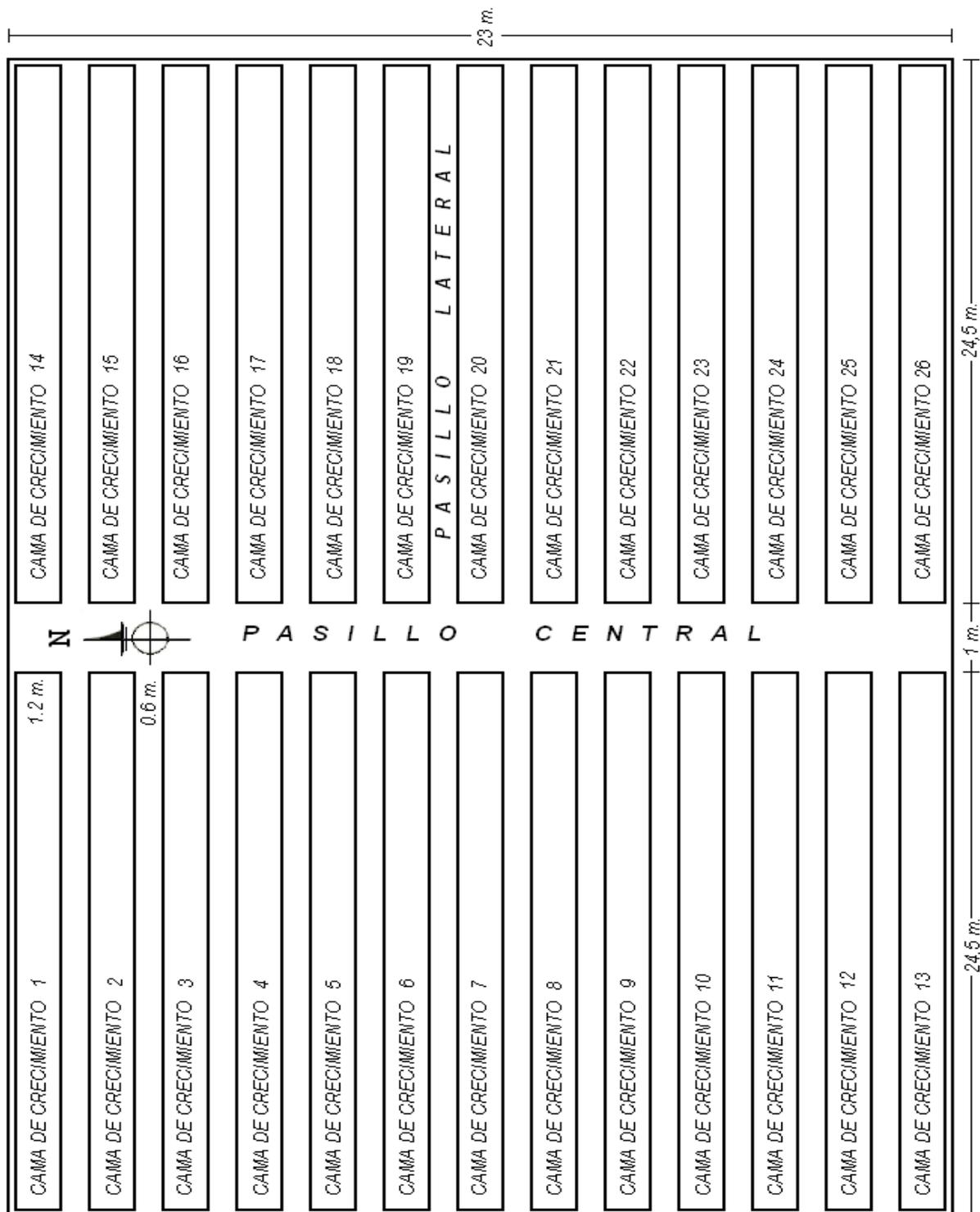
Anexo 3. Deficiencia y excesos de los macro y micronutrientes en la planta.

NUTRIENTES	SINTOMATOLOGIA GENERAL
NITROGENO	Deficiencia Hojas más claras de color verde pálido o amarillo. El proceso comienza siempre por las hojas más viejas Caída de hojas viejas, aspecto raquítico, amarillento.
	Exceso Crecimiento exagerado y débil. Con un verde intenso. Floración incompleta. Gomosis en los árboles. Susceptible a otros agentes perjudiciales.
FOSFORO	Deficiencia Hojas con un verde oscuro apagado, llegan a secarse. Comienza por las hojas más viejas. El número de brotes disminuye. Forma tallos finos y cortos con hojas pequeñas. Menor desarrollo radicular y menor floración.
	Exceso No aparenta causar daño.
POTASIO	Deficiencia Los bordes y puntas de las hojas más viejas se secan. Las hojas jóvenes se ponen rojizas. Se reduce la floración, fructificación y desarrollo de toda la planta.
	Exceso Puede generar deficiencia con el magnesio en exceso.
MAGNESIO	Deficiencia Afecta a las hojas jóvenes produciendo la caída. En las hojas viejas, produce amarillamiento en el borde y nervaduras.
	Finalmente produce la caída de las hojas.
CALCIO	Deficiencia Es difícil distinguir la deficiencia real del calcio. Los síntomas varían entre especies, pero muestra necrosis. Necrosis en los ápices y punta de las hojas. Algún tipo de deformación en la hoja.
AZUFRE	Deficiencia Es poco frecuente se muestra como clorosis. Una clorosis general, con hojas más claras en la parte superior.

	<p>Muestra los mismos síntomas similares al nitrógeno.</p> <p>Es necesario un análisis de laboratorio.</p>
HIERRO	<p>Deficiencia</p> <p>No se trata de una clorosis uniforme en la planta.</p> <p>La clorosis se muestra en las hojas jóvenes y viejas.</p> <p>Más tarde quedaran totalmente amarillas.</p> <p>También las hojas viejas muestran amarillamiento.</p> <p>Las hojas se arrugan y caen</p>
ZINC	<p>Deficiencia</p> <p>Frecuentemente se presenta en árboles frutales.</p> <p>Se ve en los entrenudos se acortan en los brotes.</p> <p>Hojas amarillentas pequeñas y estrechas.</p> <p>Las hojas viejas se caen fácilmente.</p>
MANGANESO	<p>Deficiencia</p> <p>Parecido a los síntomas del hierro.</p> <p>Las hojas jóvenes amarillas.</p> <p>Muestra aureola verde alrededor de las nervaduras.</p>
BORO	<p>Deficiencia</p> <p>Provoca un crecimiento lento de los tejidos.</p> <p>Falta de desarrollo de la planta.</p> <p>Alteración de los frutos con necrosis interna.</p> <p>Apariencia general de achaparramiento.</p> <p>Casi todos los frutos son sensibles a la carencia de boro.</p> <p>Brotación lateral debido a la muerte de los ápices.</p>
CLORO	<p>Deficiencia</p> <p>Clorosis y marchitamiento en la planta.</p> <p>Es muy raro el déficit de cloro.</p>
COBRE	<p>Deficiencia</p> <p>Es la carencia más difícil de diagnosticar.</p> <p>En hojas jóvenes y activas se aprecian manchas cloróticas.</p> <p>Tonalidad verde azulada en las hojas.</p> <p>En cítricos manchas y resquebrajado de corteza de frutos.</p>
MOLIBDENO	<p>Deficiencia</p> <p>Es muy poco frecuente.</p> <p>Síntomas muy parecidos al déficit de nitrógeno.</p> <p>La planta de verde claro tira a amarillo.</p> <p>Clorosis general, empezando por las hojas viejas.</p> <p>Deformaciones en las hojas nuevas enrolladas</p>

Fuente: CASAFE, 2012.

ANEXO 4. Dimensiones del vivero municipal de Cajuata.



El vivero cuenta con 26 camas de crecimiento, sus medidas son de 24.5 m. de largo y 1.20 m. de ancho con una profundidad de 0.10 m., el pasillo lateral mide 0.60 m. de ancho y el pasillo central 1 m. de ancho.

Anexo 5. Vivero municipal de Cajuata, ubicado en la comunidad de Circuata.



NOTA.- Un vivero es un espacio de terreno determinado a la producción y reproducción de plantas forestales, ornamentales, frutales y medicinales.



El vivero cuenta con un total de 26 camas de crecimiento, donde se destinaron 2 camas de germinación para las diferentes especies producidas dentro del vivero.

Anexo 6. Herramientas e insumos que se necesitan en un vivero.



Herramientas empleadas en vivero son: pala, picota, carretilla, tijeras de podar, regadera, mascarillas, mochila fumigadora, manguera, machete, escardadores, palas de jardín, entre otros.



Los insumos con los que cuenta el vivero municipal de Cajuata son: fertilizantes foliare, plaguicida, formol, semillas, estacas, abonos orgánicos, arena, tierra negra entre otros.

Anexo 7. Sección preparado de sustrato y embolsado



El sustrato es la mezcla del suelo con el abono para que se desarrollen las plántulas, los materiales más utilizados son: tierra agrícola o del lugar, tierra negra, arena y materia orgánica descompuesta. Llenado de las bolsas con el sustrato preparado en el vivero con los diferentes materiales utilizados, tierra del lugar, tierra negra y limo.

Anexo 8. Sección área de germinación



Preparación del almacigo o semillero, es una cama de un metro de ancho con una altura de 15 a 20 cm de sustrato y de longitud variable, cuya capacidad de producción depende del número de plántulas y especies a producir.

Anexo 9. Sección área de crecimiento



Para esta actividad debemos aprovisionarnos de bolsas o fundas de polietileno, preferentemente de color negro, embolsadas con el sustrato ya preparado y acomodado en las camas de crecimiento, para poder repicar las plántulas de las diferentes especies producidas en el vivero.



Nota.- Las camas de crecimiento, son lugares donde las plantas continúan su crecimiento, luego que han sido repicadas o enfundadas, hasta que sean llevadas para el transplante en el lugar definitivo.

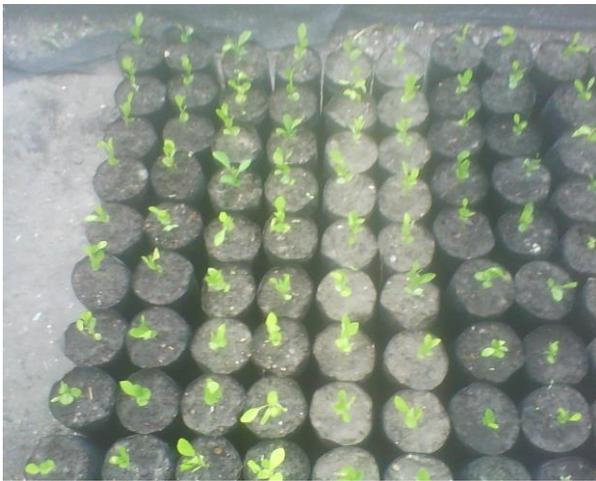


Nota.- Las camas se construyen de un 1 metro de ancho y el largo depende del número de plantas que se requieran y el espacio que exista en el vivero, las dimensiones recomendadas facilita el trabajo en el vivero.

Anexo 10. Fotografías de los diferentes tratamientos.



Primeras semanas adaptación de las plántulas de mandarina Cleopatra en el vivero.



El la fotografía se puede apreciar los diferentes sustratos empleados en la investigación testigo, gallinaza y limo ordenados en filas y agrupadas para la aplicación de los fertilizantes.



Anexo 11. Comparación de los diferentes tratamientos.

Como se puede observar el tratamiento que presento mejores resultados en la investigación es el tratamiento T_8 donde se aplico el sustrato b_1 (1 tierra del lugar, 2 limo, 3 tierra negra y 1 gallinaza descompuesta) con la aplicación del fertilizante foliar Basfoliar Algae,



Anexo 12. Análisis físico químico del sustrato b₀ (1 tierra del lugar, 2 limo o lama, 3 tierra negra) testigo.



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : **HERNÁN INO APAZA**
PROCEDENCIA : **Departamento LA PAZ,**
Provincia INQUISIVI,
Municipio: CAJUATA
Cantón CIRCUATA, VIVERO MUNICIPAL DE CAJUATA.

NO SOLICITUD: **113A / 2015**
FECHA DE RECEPCION : **26 / Mayo / 2015**
FECHA DE ENTREGA : **29 / Junio / 2015**

DESCRIPCIÓN : **MUESTRA DE SUELO : Muestra b 0**

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
393-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	43	%	Hidrómetro de Bouyoucos
393-02 /2015		ARCILLA	21	%	Hidrómetro de Bouyoucos
393-03 /2015		LIMO	36	%	Hidrómetro de Bouyoucos
393-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
393-05 /2015		GRAVA	5,8	%	Gravimetría
393-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
393-07 /2015	pH en agua 1:5	6,54	-	Potenciometría	
393-08 /2015	pH en KCl 1N, 1:5	6,51	-	Potenciometría	
393-09 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,200	dS/m	Potenciometría	
393-10 /2015	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al+H)	0,022	meq/100 g	Volumetría
393-11 /2015		Calcio	7,63	meq/100 g	Absorción atómica
393-12 /2015		Magnesio	4,24	meq/100 g	Absorción atómica
393-13 /2015		Sodio	0,11	meq/100 g	Emisión atómica
393-14 /2015		Potasio	0,47	meq/100 g	Emisión atómica
393-15 /2015	Capacidad de Intercambio catiónico	12,76	meq/100 g	Volumetría	
393-16 /2015	Materia Orgánica	5,46	%	Walkley Black	
393-17 /2015	Nitrógeno total	0,27	%	Kjeldahl	
393-18 /2015	Fósforo asimilable	20,99	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso

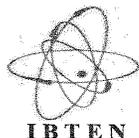


RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia Casilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

Anexo 13. Análisis físico químico del sustrato b₁ (1 tierra del lugar, 2 limo o lama, 3 tierra negra y 1 de gallinaza).



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *HERNÁN INO APAZA*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INQUISIVI,
Municipio: CAJUATA
Cantón CIRCUATA, VIVERO MUNICIPAL DE CAJUATA.

NO SOLICITUD: *113C / 2015*
FECHA DE RECEPCIÓN : *26 / Mayo / 2015*
FECHA DE ENTREGA : *29 / Junio / 2015*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Muestra b 2*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
395-01 /2015	T E X T U R A	ARENA	43	%	Hidrómetro de Bouyoucos
395-02 /2015		ARCILLA	20	%	Hidrómetro de Bouyoucos
395-03 /2015		LIMO	37	%	Hidrómetro de Bouyoucos
395-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
395-05 /2015		GRAVA	10,2	%	Gravimetría
395-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
395-07 /2015	pH en agua 1:5	7,13	-	Potenciometría	
395-08 /2015	pH en KCl 1N, 1:5	6,98	-	Potenciometría	
395-09 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,191	dS/m	Potenciometría	
395-10 /2015	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al+H)	0,020	meq/100 g	Volumetría
395-11 /2015		Calcio	7,45	meq/100 g	Absorción atómica
395-12 /2015		Magnesio	3,58	meq/100 g	Absorción atómica
395-13 /2015		Sodio	0,09	meq/100 g	Emisión atómica
395-14 /2015		Potasio	0,14	meq/100 g	Emisión atómica
395-15 /2015	Capacidad de Intercambio catiónico	12,76	meq/100 g	Volumetría	
395-16 /2015	Materia Orgánica	2,89	%	Walkley Black	
395-17 /2015	Nitrógeno total	0,15	%	Kjeldahl	
395-18 /2015	Fósforo asimilable	3,89	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

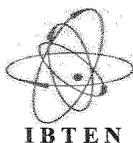
F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

Anexo 14. Análisis físico químico del sustrato b₂ (1 tierra del lugar, 3 limo o lama, 2 negra).



MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : *HERNÁN INO APAZA*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
Provincia INQUISIVI,
Municipio: CAJUATA
Cantón CIRCUATA, VIVERO MUNICIPAL DE CAJUATA.

NO SOLICITUD: *113B / 2015*
FECHA DE RECEPCION : *26 / Mayo / 2015*
FECHA DE ENTREGA : *29 / Junio / 2015*

DESCRIPCIÓN : *MUESTRA DE SUELO : Muestra b 1*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
394-01 /2015	TEXTURA	ARENA	45	%	Hidrómetro de Bouyoucos
394-02 /2015		ARCILLA	17	%	Hidrómetro de Bouyoucos
394-03 /2015		LIMO	38	%	Hidrómetro de Bouyoucos
394-04 /2015		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
394-05 /2015		GRAVA	0,0	%	Gravimetría
394-06 /2015	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
394-07 /2015	pH en agua 1:5	6,49	-	Potenciometría	
394-08 /2015	pH en KCl 1N, 1:5	6,19	-	Potenciometría	
394-09 /2015	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,184	dS/m	Potenciometría	
394-10 /2015	C A C T A I D M O E B N E I S O	Acidez de cambio (Al+H)	0,021	meq/100 g	Volumetría
394-11 /2015		Calcio	6,70	meq/100 g	Absorción atómica
394-12 /2015		Magnesio	4,47	meq/100 g	Absorción atómica
394-13 /2015		Sodio	0,13	meq/100 g	Emisión atómica
394-14 /2015		Potasio	0,17	meq/100 g	Emisión atómica
394-15 /2015	Capacidad de Intercambio catiónico	16,53	meq/100 g	Volumetría	
394-16 /2015	Materia Orgánica	6,24	%	Walkley Black	
394-17 /2015	Nitrógeno total	0,31	%	Kjeldahl	
394-18 /2015	Fósforo asimilable	1,43	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2433039 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063, La Paz - Bolivia Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibten@entelnet.bo * Página Web: www.ibten.gob.bo

GLOSARIO

Abono.- Material vegetal y animal descompuesto que se utiliza para la fertilización del suelo.

Almacigar.- Sembrar las semillas uniformemente sobre una superficie debidamente acondicionada.

Almaciguera.- Lugar donde se deposita debidamente acondicionado donde se siembra (almacigan) las semillas para su germinación.

Apomicticas.- La apomixis (del griego, apo: falta, negación y mixis: mezcla, unión) es el proceso por el cual se produce el desarrollo asexual de la semilla (en sentido botánico), es decir se forma el embrión en forma autónoma, sin fecundación de la oófera. Sin embargo, como se verá más adelante, en algunas especies la ausencia de la fecundación no es absoluta.

Apoplasto.- El apoplasto es un espacio extracelular periférico al plasmalema de las células vegetales por el que fluyen agua y otras sustancias; este transporte se dice que se realiza por la vía del apoplasto.

Bisel.- Corte oblicuo en el borde o extremo de un segmento de tallo.

Drupa.- Fruto carnoso generalmente contiene muchas semillas.

Drenaje.- Movimiento del agua hacia abajo a través del suelo o sustrato, es la evacuación del agua en una zona cualquiera.

Embrionarias.- En botánica, un embrión es el rudimento de la planta adulta, en estado de vida latente o letargo, formado tras la fecundación de la oófera. La doble fecundación de las angiospermas da lugar al desarrollo del embrión y del endospermo, el tejido nutricional del embrión durante la germinación.

Forestación.- Acción de poblar con especies arbóreas o arbustivas terrenos que carezcan de ella, o que teniéndola esta no pueda cosechar en forma económica.

Injerto.- Es un método de propagación vegetativa artificial en la que una porción de tejido proviene de una planta, parte de una planta con una yema o más, que aplicada a otra planta se suelda con ella.

Materia orgánica.- Conjunto de materias de origen vegetal o animal que se encuentra en el suelo, en proceso de descomposición.

Nucelar.- La embrionía nucelar es una forma de reproducción de las semillas que se produce en determinadas especies de plantas, incluyendo muchas variedades de cítricos. Durante la germinación de semillas de plantas que poseen esta característica genética, el tejido nuclear que rodea el saco embrionario puede producir más embriones (poliembrionismo), generando brotes que son genéticamente idénticos a la planta madre. Estas son esencialmente las plantas de semillas nucleares clones de los padres.

Plántula.- Término usado para denominar a las plantas en fase de germinación plantas recién nacidas.

Platabanda.- Lugar donde se depositan las semilla, plántulas para su germinación o enraizado. Es también parte del terreno dedicado a la cría de las plantas desde el repique hasta la plantación.

Poliembrionicas.- La poliembrionía es una modalidad de reproducción que se da cuando en el cigoto se crea más de un embrión. Además, también se puede generar tarde, el embrión se fragmenta en varios. Se da tanto en animales como vegetales. Según el número de embriones que se generen puede ser simple o múltiple.

Reforestación.- Acción de poblar con especies arbustivas mediante plantación de terrenos que han sido cosechadas.

Semilla.- Parte del fruto de una planta, que la reproduce cuando germina.

Siembra.- Acción de colocar semillas sobre un sustrato en forma manual o mecánica, las que posteriormente se transformaran en plantas.

Simplasto.- Paso de agua a través de paredes celulares y el citoplasma de las células. Formado por sustancias hidrófobas que aumentan la viscosidad del medio.

Translocación.- El floema es un tejido que se encuentra por toda la planta, incluidos los tallos, las raíces y las hojas. Está formado por tubos cribosos, que se componen de columnas de células especializadas llamadas células cribosas.

Turba.- Material del suelo, compuesta principalmente de materia orgánica sin descomponerse o en estado de ligera descomposición, se encuentra en zonas de baja temperatura como paramos o punas.

Vivero.- Lugar donde se siembra semillas de árboles y arbustos para producir plantas destinadas a formar bosques u otros.