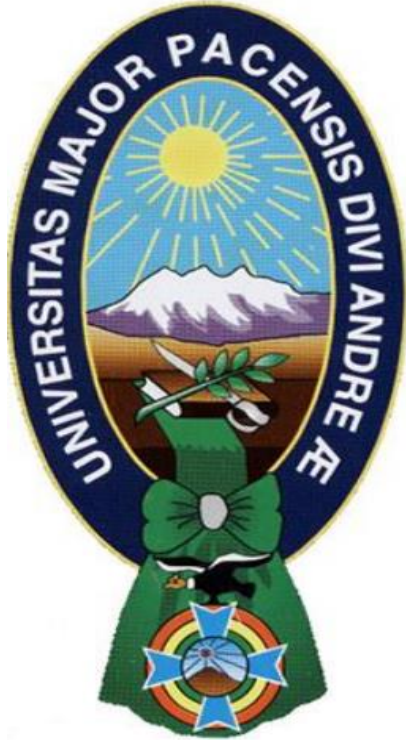


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE
PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS EN FASE INICIAL DE VIVERO,
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SAPECHO – LA PAZ**

OSCAR MAMANI FLORES

La Paz – Bolivia

2022

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

**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE PORTAINJERTOS
DE CÍTRICOS EN FASE INICIAL DE VIVERO, ESTACIÓN EXPERIMENTAL
SAPECHO – LA PAZ**

**Tesis de Grado presentada como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo**

OSCAR MAMANI FLORES

ASESOR(ES)

Ing. Casto Maldonado Fuentes.....

Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro.....

REVISORES

Ing. Celso Ticona Quispe.....

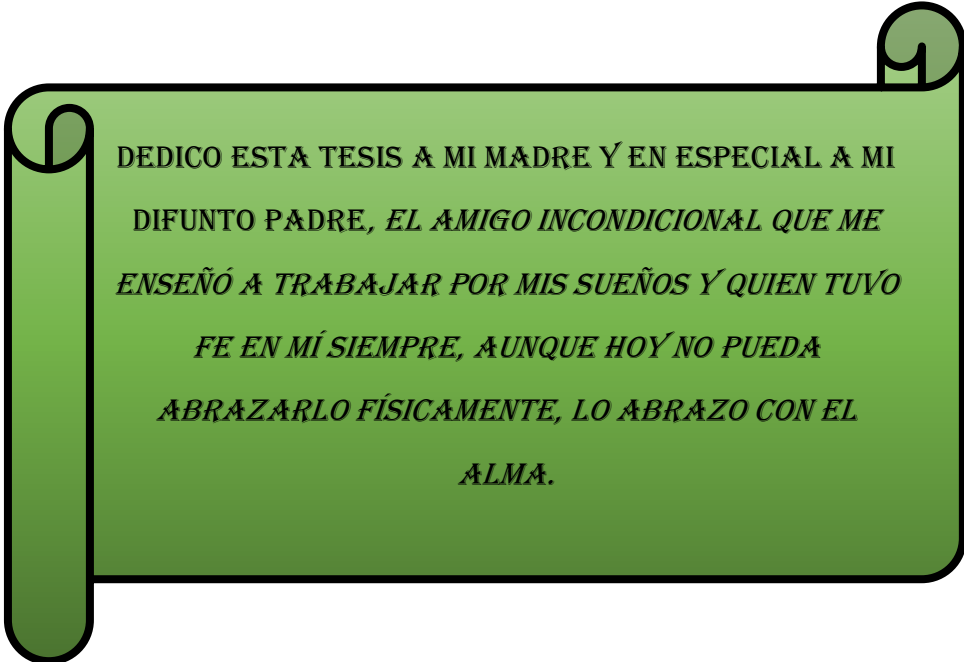
Ing. M. Sc. Carlos Eduardo Choque Tarqui.....

Ing. M. Sc. Freddy Antonio Cadena Miranda.....

APROBADO

Presidente Tribunal Revisor.....

DEDICATORIA



DEDICO ESTA TESIS A MI MADRE Y EN ESPECIAL A MI
DIFUNTO PADRE, *EL AMIGO INCONDICIONAL QUE ME
ENSEÑÓ A TRABAJAR POR MIS SUEÑOS Y QUIEN TUVO
FE EN MÍ SIEMPRE, AUNQUE HOY NO PUEDA
ABRAZARLO FÍSICAMENTE, LO ABRAZO CON EL
ALMA.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a DIOS por bendecirme con padres tan buenos llenos de principios que me ayudan a afrontar la vida con fe.

A mis padres Juana Flores Quispe y Luis Mamani Quispe por su comprensión, apoyo, cariño y mucha paciencia durante mi carrera profesional, así como en mi vida cotidiana, por inculcarme buenos valores y hacer de mí una buena persona, muchos de mis logros se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis metas.

Gracias madre y padre

Un agradecimiento especial, para mi tío Javier Mamani Apaza por su incondicional apoyo y cariño durante toda mi carrera comportante como un segundo padre que me ayudo para alcanzar esta meta.

Un agradecimiento especial a mi hermana Mercedes Mamani Flores y a mi cuñado Ing. Esteban Cachaca Quispe, por su comprensión y paciencia quienes fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional orientándome y aconsejándome a diario durante la etapa de mis estudios, inculcaron en mi las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ustedes tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlos cada día más.

A mis hermanos Julio, Martha, Freddy, Eva, Ever, Roberto, Aymi y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO

Al Ing. Casto Maldonado Fuentes, Asesor de la presente tesis, por sus aportes y consejos brindados durante la ejecución del trabajo de investigación.

A la Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro, Co-Asesor de la presente tesis por sus recomendaciones brindadas más que todo por su paciencia y apoyo incondicional que me brindo con mucho esmero.

A mis revisores Ing. M. Sc. Carlos Eduardo Choque Tarqui, Ing. Celso Ticona Quispe e Ing. M. Sc. Freddy Antonio Cadena Miranda por su apoyo y recomendaciones que me dieron para lograr esta investigación.

Así mismo, agradezco a todos los docentes que me enseñaron durante toda mi labor estudiantil por su ayuda en esta tesis y a las personas que de una u otra manera brindaron su colaboración en la ejecución del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
SUMMARY	XV

INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCION	1
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Planteamiento del problema y justificación.....	2
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	Objetivo general	3
2.2.	Objetivo específico	3
2.3.	Hipótesis	3
3.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	4
3.1.	Importancia de la citricultura en Bolivia	4
3.2.	Origen de los cítricos	4
3.3.	Géneros y sus características	4
3.3.1.	<i>Citrus</i>	4
3.3.2.	<i>Fortunella</i>	5

3.3.3.	<i>Poncirus</i>	5
3.4.	Descripción morfológica de los cítricos	5
3.4.1.	Raíces	5
3.4.2.	Hojas	5
3.4.3.	Flores	6
3.4.4.	Fruto.....	6
3.4.5.	Semillas.....	6
3.5.	Características de la semilla del género <i>Citrus</i>	6
3.5.1.	Extracción de semilla de portainjerto	6
3.5.2.	Tratamiento de las semillas	7
3.6.	Germinación.....	7
3.6.1.	Características de germinación en cítricos	7
3.6.2.	Condiciones para la germinación.....	7
3.7.	Requerimientos agroclimáticos para el cultivo de cítrico	8
3.7.1.	Clima	8
3.7.2.	Humedad relativa	8
3.7.3.	Luminosidad	8
3.7.4.	Temperatura	8
3.7.5.	Suelo	9
3.8.	Portainjertos para cítricos.....	9
3.8.1.	Trifoliata.....	9
3.8.2.	Citrangero Troyer y Carrizo	10
3.8.3.	Mandarina Cleopatra	10
3.8.4.	Resistencia a enfermedades en portainjertos	11
3.8.5.	Adaptación al clima y suelo	11

3.8.6.	Características de un buen portainjerto	12
3.9.	Descripción morfológica de las especies en estudio	13
3.9.1.	Limón rugoso (<i>Citrus jambhiri</i> Lush)	13
3.9.1.1.	Origen.....	13
3.9.1.2.	Comportamiento como portainjerto	14
3.9.1.3.	Principales características como portainjerto	14
3.9.1.4.	Características de la fruta	14
3.9.1.5.	Características de las semillas.....	14
3.9.2.	Volkameriano (<i>Citrus volkameriana</i>)	14
3.9.2.1.	Origen y características como portainjerto	15
3.9.2.2.	Características de fruto y semilla	15
3.9.2.3.	Principales características	15
3.9.3.	<i>Citrango carrizo</i>	16
3.9.3.1.	Origen.....	16
3.9.3.2.	Comportamiento como portainjerto	16
3.9.3.3.	Principales características	17
3.9.3.4.	Características de la fruta	17
3.9.3.5.	Características de la semilla	17
3.9.4.	Mandarina cleopatra (<i>Citrus reshni</i>).....	17
3.9.4.1.	Comportamiento como portainjerto	18
3.9.4.2.	Características de fruto y semilla	18
3.9.4.3.	Principales características	18
3.10.	Bioestimulantes orgánicos	18
3.10.1.	Biol	19

3.10.1.1.	Características del biol	19
3.10.1.2.	Composición de biol	20
3.10.1.3.	Usos de biol.....	20
3.10.1.4.	Ventajas y desventajas de la aplicación de biol	20
3.10.2.	Té de humus.....	21
3.10.2.1.	Características del té de humus	21
3.10.2.2.	Composición de té de humus	22
3.10.2.3.	Uso del té de humus.....	22
3.10.2.4.	Ventajas del té de humus	22
3.10.3.	<i>Trichoderma harzianum</i>	23
3.10.3.1.	Características del <i>Trichoderma harzianum</i>	23
3.10.3.2.	Ventajas del uso de <i>Trichoderma harzianum</i>	24
4.	LOCALIZACION.....	25
4.1.	Ubicación geográfica.....	25
4.2.	Características edafoclimáticas y ecológicas de la zona	26
4.2.1.	Temperatura	26
4.2.2.	Clima	26
4.2.3.	Vegetación	26
4.3.	Fisiografía y suelos	27
4.4.	Descripción de Flora y fauna.....	27
4.4.1.	Flora	27
4.4.2.	Fauna	28
5.	MATERIALES Y METODOLOGIA.....	30
5.1.	Materiales	30
5.1.1.	Material de campo	30

5.1.2.	Material e insumos para cada bioestimulante	31
5.2.	Metodología	31
5.2.1.	Obtención de la semilla	31
5.2.1.1.	Cosecha del fruto.....	31
5.2.1.2.	Extracción de la semilla	32
5.2.1.3.	Distribución de la semilla	32
5.2.1.4.	Almacenamiento de la semilla	32
5.2.2.	Identificación y delimitación del área experimental	33
5.2.3.	Delimitación del área para la almaciguera	33
5.2.4.	Preparación y construcción de la almaciguera.....	33
5.2.4.1.	Construcción de la almaciguera y la semisombra	33
5.2.4.2.	Sustrato para la almaciguera	35
5.2.4.3.	Desinfección del sustrato	35
5.2.5.	Almacigado y labores culturales	35
5.2.5.1.	Desinfección de las semillas	35
5.2.5.2.	Almacigado de semillas	35
5.2.5.3.	Riego	36
5.2.6.	Toma de datos en fase de almaciguera.....	36
5.2.7.	Preparación de bioestimulantes.....	36
5.2.8.	Fase de embolsado y repique.....	37

5.2.8.1.	Preparación del sustrato	37
5.2.8.2.	Llenado de bolsas.....	37
5.2.8.3.	Repique	37
5.2.8.4.	Riego	38
5.2.8.5.	Labores culturales.....	38
5.2.9.	Aplicación de bioestimulantes.....	38
5.2.9.1.	<i>Trichoderma harzianum</i>	38
5.2.9.2.	Biol EES.	39
5.2.9.3.	Té de humus.....	39
5.2.10.	Recolección de datos	39
5.3.	Diseño experimental	39
5.3.1.	Tratamientos.....	40
5.3.2.	Modelo lineal aditivo	40
5.3.3.	Croquis experimental.....	41
5.4.	Variables de respuesta	41
5.4.1.	Porcentaje de germinación (%).....	41
5.4.2.	Porcentaje de emergencia	42
5.4.3.	Altura de la planta (cm):.....	42
5.4.4.	Número de hojas:	43
5.4.5.	Diámetro de tallo (mm):	43
5.4.6.	Tiempo apropiado para la injertación	43
5.4.7.	Análisis estadístico	43
5.4.8.	Análisis económico	44

5.4.8.1.	Beneficio Bruto (BB)	44
5.4.8.2.	Costos Variables (CV)	44
5.4.8.3.	Beneficio Neto (BN)	44
5.4.8.4.	Relación de Beneficio Costo (B/C)	45
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
6.1.	Fase de almacigo.....	46
6.1.1.	Porcentaje de germinación	46
6.1.2.	Días a la emergencia.....	47
6.1.3.	Altura de planta (cm)	48
6.1.4.	Número de hojas	50
6.2.	Fase de evaluación en plantines después del trasplante	51
6.2.1.	Altura de planta (cm)	52
6.2.2.	Diámetro de tallo (mm)	58
6.2.3.	Número de hojas	62
6.3.	Tiempo apropiado para la injertación	65
7.	ANÁLISIS ECONOMICO.....	66
7.1.	Beneficio bruto	67
7.2.	Costos variables	67
7.3.	Beneficio neto	69
7.4.	Beneficio/costo.....	70
8.	CONCLUSIONES	72
9.	RECOMENDACIONES	74
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de Limón rugoso	13
Figura 2. Fruto de volkameriana	15
Figura 3. Representación de fruto y hoja Carrizo	16
Figura 4. Fruto de la mandarina cleopatra	17
Figura 6. Ubicación geográfica de la Estación Experimental Sapecho	25
Figura 7. Delimitación del área para la almaciguera	33
Figura 8. Construcción de la almaciguera	34
Figura 9. Construcción de la semisombra.....	34
Figura 10. Croquis experimental.....	41
Figura 11. Emergencia de las plántulas.....	47
Figura 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 56 días después de la siembra.....	49
Figura 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número promedio de hojas de planta a los 56 días de siembra.....	50
Figura 14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 135 días, según portainjertos en estudio	54
Figura 15. Altura promedio de planta (cm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes, según tratamientos en estudio.....	56
Figura 16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para diámetro promedio de tallo de planta (mm) a los 135 días, según portainjertos en estudio.....	60
Figura 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número promedio de hojas de planta a los 135 días, según portainjertos en estudio.....	64
Figura 18. Tiempo para obtener el diámetro apropiado para la injertación, según portainjertos en estudio	65
Figura 19. Análisis del beneficio bruto	67
Figura 20. Análisis de beneficio neto	70
Figura 21. Análisis de Beneficio/Costo.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales portainjertos.....	10
Tabla 2. Clasificación de portainjertos de acuerdo a la resistencia a enfermedades.....	11
Tabla 3. adaptación al clima y suelo de los portainjertos.....	11
Tabla 4. Taxonomía de Limón.....	13
Tabla 5. Taxonomía de Volkameriano.....	14
Tabla 6. Taxonomía de Citrange Carrizo	16
Tabla 7. Taxonomía de Mandarina Cleopatra	17
Tabla 8. Análisis químico de biol	20
Tabla 9. Análisis químico de té de humus	22
Tabla 10. Taxonomía	23
Tabla 11. Especies representativas de flora en la región.....	28
Tabla 12. Especies representativas de la fauna en la región	29
Tabla 13. Biol	31
Tabla 14. Té de humus	31
Tabla 15. Época de maduración y numero de semillas por fruto	32
Tabla 16. Factores de estudio	40
Tabla 17. Combinación de los factores en estudio.....	40
Tabla 18. Modelo lineal (DCA).....	41
Tabla 19. Porcentaje de germinación a los 31 días después de la siembra de los cuatro portainjertos en estudio	46
Tabla 20. Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 41 y 56 días después de la siembra	48
Tabla 21. Análisis de varianza para número de hojas de planta a los 41 y 56 días después de la siembra.....	50
Tabla 22. Análisis de varianza general para la altura de planta (cm).....	52
Tabla 23. Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes	53

Tabla 24. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 135 días, según tratamientos en estudio.....	55
Tabla 25. Análisis de varianza general para el diámetro de tallo	58
Tabla 26. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes	59
Tabla 27. Análisis de varianza general de número de hojas	62
Tabla 28. Análisis de varianza para número de hojas a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes.....	63
Tabla 29. Análisis de varianza general para el diámetro de tallo, según portainjerto	65
Tabla 30. Registro de los costos variables.....	67
Tabla 31. Análisis económico por tratamientos	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Analisis físico químico del sustrato inicial	83
Anexo 2. Análisis químico de los bioestimulantes	84
Anexo 3. Analizador de nutrientes utilizado para los bioestimulantes.....	85
Anexo 4 Fotografías de campo	85

RESUMEN

El uso de portainjertos en el cultivo de cítricos llega a ser un factor muy importante para los citricultores por sus diferentes características de desarrollo que aportan para su producción. Por lo tanto, el propósito de la presente investigación fue determinar los efectos de la aplicación de diferentes bioestimulantes en el desarrollo de portainjertos en condiciones de vivero y el tiempo óptimo para la injertación de los portainjertos, para ello se evaluó a 4 portainjertos de cítricos (Limón Rugoso, Volkameriano, Citrange Carrizo y Mandarina Cleopatra) con la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos (Biol, Té de humus, *Trichoderma harzianum* y un testigo) en el vivero de la Estación Experimental Sapecho, entre los meses de junio 2021 a enero del 2022. El diseño utilizado fue el Completamente al Azar con dos factores y tres repeticiones, considerando el factor A: Portainjertos y factor B: bioestimulantes y un testigo, Los resultados no evidenciaron la existencia de diferencias estadísticas significativas en la influencia de los bioestimulantes para las variables evaluadas: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y número de hojas, esto se justifica por las dosis aplicadas menores al 10% ya que otros autores recomiendan que se debe aplicar en dosis mayores al 60% de los bioestimulantes orgánicos. Pero si se evidenciaron diferencias significativas entre los portainjertos, obteniendo los mayores promedios en las tres variables evaluadas con el portainjerto Limón Rugoso y Volkameriano. Las características de diámetro aptos para la injertación en el menor tiempo se obtuvo a los 105 días con los portainjertos Limón Rugoso, Volkameriano y Carrizo. De acuerdo al análisis económico todos los tratamientos resultaron obtener beneficio/costo mayor a 1 boliviano lo cual indica que son rentables.

Palabras clave: Vivero, portainjertos, Bioestimulantes, cítricos y orgánicos.

SUMMARY

The use of rootstocks in citrus cultivation becomes a very important factor for citrus growers because of the different developmental characteristics they provide for their production. Therefore, the purpose of this research was to determine the effects of the application of different biostimulants on the development of rootstocks in nursery conditions and the optimum time for rootstock grafting. For this purpose, four citrus rootstocks were evaluated (Rough lemon, Volkameriano, Citrange Carrizo, Citrange Carrizo, Volkameriano, Volkameriano, Volkameriano, Citrange Carrizo and Volkameriano), Volkameriano, Citrange Carrizo and Mandarina Cleopatra) with the application of three organic biostimulants (Biol, Humus Tea, Trichoderma harzianum and a control) in the nursery of the Sapecho Experimental Station, between the months of June 2021 to January 2022. The design used was completely randomized with two factors and three replications, considering factor A: rootstock and factor B: biostimulants and a control. The results did not show the existence of significant statistical differences in the influence of biostimulants for the variables evaluated: plant height (cm), stem diameter (mm) and number of leaves, this is justified by the doses applied less than 10%, since other authors recommend that doses greater than 60% of organic biostimulants should be applied. However, significant differences between rootstocks were observed, obtaining the highest averages in the three variables evaluated with the rootstock Limón Rugoso and Volkameriano. The characteristics of diameter suitable for grafting in the shortest time were obtained at 105 days with the rootstocks Limón Rugoso, Volkameriano and Carrizo. According to the economic analysis, all treatments obtained a benefit/cost greater than 1 boliviano, which indicates that they are profitable.

Keywords: Viver, rootstocks, biostimulants, citrus and organic.

1. INTRODUCCION

Para que un país sea competitivo en el mercado cítrico globalizado necesita de la máxima eficiencia en las fases de producción a nivel nacional como internacional, incrementando las exigencias de calidad durante el proceso productivo, como el origen del material de multiplicación empleado para la producción de plantas de vivero. Según Agustí (2003), el portainjerto facilita el crecimiento de una determinada variedad en condiciones ecológicas determinadas, también indica que el portainjerto influye en el vigor y tamaño de la planta, tolerancia al frío, adaptación a ciertas condiciones de suelo, tales como salinidad o acidez, tolerancia a enfermedades o plagas, productividad y calidad interna y externa de la fruta.

De acuerdo a Veliz (2015) en Latinoamérica la producción de viveros cítricos está predominada por Brasil siendo un gran productor de plantines de cítricos debido al clima agradable de la región, por su extenso territorio y el gran desarrollo tecnológico y productivo, seguido por Argentina, el cual al igual que Brasil utiliza una variedad de portainjertos como el Citrange, el limón rugoso, la naranja agria, entre otras.

En Bolivia se incorporaron los patrones o pies de injertos gracias al Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (I.B.T.A.) en la década de los 90 en el departamento de La Paz, específicamente en Sapecho; es desde esta Estación Experimental que se distribuyeron los patrones de su mejor preferencia la mandarina Cleopatra. Los departamentos productores de plantines son: Cochabamba en la región del Chapare, Santa Cruz, La Paz, Tarija y el Beni (Veliz, 2015).

En el departamento de La Paz la producción de plantines está concentrada en las localidades de Caranavi y el Alto Beni. Se produce un aproximado de 200.000,00 plantines en los viveros de Caranavi siendo el más grande del país, a diferencia de los países desarrollados, la producción se la realiza en cultivos *in situ* las cuales son perjudicadas por las plagas y enfermedades (Veliz, 2015).

1.1. Antecedentes

Pumayalla (2017) evaluó la aplicación de tres bioestimulantes (kelpak, genox silicio y Proma T-Lina), en la fase inicial de vivero en cítricos, limón rugoso y limón volkameriano, en cuanto a los resultados de los bioestimulantes hubo diferencia numérica mas no estadística. Siendo el bioestimulante (Proma T-Lina) el que alcanzó los mejores resultados en todas las variables evaluadas.

Veliz (2015) realizó un estudio agronómico en fase inicial de vivero en la Estación Experimental Sapecho de cuatro portainjertos en cítricos, de acuerdo a los resultados obtenidos, el mejor porcentaje de germinación, emergencia y altura promedio de plantas correspondió al limón volkameriano con 91% de germinación con 94.38% de emergencia y con una altura de 8.85 centímetros, en número de hojas el mejor promedio obtuvo con limón trifoliata 9.46 hojas/planta.

Quispe (2019) evaluó la influencia del tamaño de bolsas (15 x 29 cm, 2 mm) (17.5 x 28 cm, 2 mm) (15 x 36 cm, 3 mm) en el crecimiento y desarrollo de patrones de cítricos en fase inicial de vivero, obteniendo resultados a los 120 días después del repique, la mayor altura corresponde a los plantones con bolsas de 15 x 36 cm y 3.5 mm, con 106.6 cm, como mayor cantidad de hojas corresponde a los plantones propagados en bolsas 15 x 36 cm y 3.5 mm. Y en los tres tamaños de bolsa el diámetro de tallo se diferencia significativamente entre los patrones

1.2. Planteamiento del problema y justificación

La citricultura es una fuente esencial para el desarrollo de muchas regiones del país, sin embargo en la región de los Yungas de La Paz cada año se observan pérdidas de los frutales de cítricos en abundancia dejando de lado la importancia de su producción, esto se debe a la falta de conocimientos de nuevas alternativas prácticas y accesibles con insumos de bajo costo para una producción orgánica como los bioestimulantes orgánicos para el desarrollo de los portainjertos en fase inicial de vivero.

Tampoco existen muchos datos o estudios que se hayan realizado con portainjertos que sean diferentes al Cleopatra o que afirmen qué portainjerto de cítricos aporta una mejor producción al momento de la injertación, para contribuir a la producción del

sector cítrico, en todo caso buscar variedades o insumos que les permitan mejorar la calidad de su producción y utilizando diferentes variedades como portainjerto.

Además, cabe mencionar que el tiempo de desarrollo de portainjertos de cítricos en vivero es muy largo, aproximadamente de 6 a 8 meses según González y Catalino (2019), por ello se tiene una gran necesidad de mejorar el sistema de producción actual, mejorando los métodos que ayuden a reducir el tiempo de desarrollo de los portainjertos de cítricos para la injertación, desde la fase inicial en vivero.

Por tanto, el presente trabajo de investigación contribuye al conocimiento de nuevas alternativas, dando a conocer nuevas opciones que ayude a los citricultores obtener las características requeridas para la injertación en el menor tiempo posible, utilizando tres Bioestimulantes orgánicos preparados a base de insumos locales y económicos, aplicados en Portainjertos de cítricos (Limón Volkameriano, Limón Rugoso, Citrange Carrizo y Mandarina Cleopatra) en fase de vivero.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de bioestimulantes en el desarrollo de portainjertos de cítricos en fase inicial de vivero en la Estación Experimental Sapecho.

2.2. Objetivo específico

- Evaluar el efecto de tres bioestimulantes en el desarrollo de plantines de cítricos.
- Determinar el portainjerto que obtenga las mejores características de diámetro para la injertación en el menor tiempo.
- Realizar el análisis económico para los diferentes tratamientos.

2.3. Hipótesis

Ho: La aplicación de bioestimulantes orgánicos no tiene efecto en el desarrollo de los diferentes portainjertos de cítricos en estudio.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1. Importancia de la citricultura en Bolivia

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística (INE) (2017), la mandarina y la naranja son los principales cítricos a nivel nacional, durante el año agrícola 2015-2016 se produjeron 225.712 toneladas métricas de mandarina y 185.093 toneladas métricas de naranja. En Bolivia se cultivan cinco tipos de cítricos, naranja, mandarina, limón, lima y toronja/pomelo. Para el año agrícola 2015-2016 se produjeron 446.258 toneladas métricas de estos cítricos, en tanto que, en las últimas tres campañas agrícolas, la producción de mandarina tuvo un incremento de 5,91% y la de pomelo/toronja, de 4,26%.

3.2. Origen de los cítricos

Cerezo (2014) menciona que los cítricos se originaron en el sudeste asiático hace 20 millones de años aproximadamente, en la zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta China meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia y actualmente su cultivo se extiende por la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales.

Según Agustí (2003) la citricultura, es una de las ramas de la fruticultura que estudia a las especies del género *Citrus*; esta denominación se debe a la mayor inclusión en el género *Citrus* de los frutales comprendidos en este grupo, aunque incluye especies de escasa importancia del género *Fortunella* y al *Poncirus trifoliata*, así como algunos híbridos espontáneos o provocados

3.3. Géneros y sus características

Hernández (1991) indica que existen los siguientes géneros y sus características:

3.3.1. *Citrus*

A este género pertenecen todas las especies explotadas comercialmente como: naranja, mandarina, limón, pomelos, etc.

3.3.2. Fortunella

Género al cual pertenecen los Kumquat, Calamondin y especies de porte arbustivo, hojas y frutos pequeños, tienen importancias ornamentales, en preparación de dulces y se utilizan como portainjertos.

3.3.3. Poncirus

Este género está representado por la especie Trifoliata, caracterizada por sus hojas de tres foliolos y por ser caducifolio, sus frutos tienen importancia comercial, es resistente al frío, su cruzamiento con las especies del género *Citrus* ha dado origen a híbridos tales como Citrumelo, Carrizo y Troyer, que se utilizan como portainjertos por su resistencia al frío, adaptación agroclimática, tolerancia a enfermedades y otros.

Según Beñateña y Anderson (1972) el género *Citrus* es el más importante de los tres, compuesto por plantas de mediano a gran desarrollo, con hojas perennes y generalmente glabras, aunque en algunas especies son pubescentes, con bordes serrados, peciolo alados o sin alas con glándulas provistas de aceites aromáticos.

3.4. Descripción morfológica de los cítricos

Para Cerezo (2014) el porte de las especies de este género son árboles o arbustos generalmente de 6 a 10 metros con ramas poco vigorosas, algunas variedades se diferencian por ser más flexibles y que sus ramas lleguen a tocar el suelo, también indican que el tronco corto está conformado por las siguientes partes:

3.4.1. Raíces

Parte subterránea de la planta, especializada como órgano de sostén y absorción de nutrientes, pueden ser raíces primarias y raíces secundarias, las raíces principales en número de tres sujetan sólidamente el árbol al suelo desarrollándose hasta una profundidad de 2 o 3 metros, sin embargo, el mayor porcentaje del sistema radicular es superficial.

3.4.2. Hojas

Las hojas pueden tener diversas formas, pero son mayormente elípticas, con margen generalmente entero y en algunas especies más o menos dentado que sirven del pulmón a la planta.

3.4.3. Flores

En cuanto a las flores determinan que todas las especies de cítricos presentan un aroma agradable muy característico, aisladas o agrupadas en racimos de 5 pétalos en forma de copa que pueden ser terminales o desarrollarse en las axilas de las hojas, cada flor con un pedúnculo corto, desnudo, articulado y carnoso con su parte superior ensanchada lo que constituye el receptáculo.

3.4.4. Fruto

El fruto de los cítricos es un hesperidio de tamaño y color variable con la especie y la variedad, al igual que su forma puede ser oval, piriforme o esférica achatada y que las vesículas de jugo están compuestas de un cuerpo grueso y un pedúnculo filamentosos, cuya longitud depende de la posición de la vesícula, que la une a la pared del segmento.

3.4.5. Semillas

Según Agustí (2003) menciona que las semillas derivan de los óvulos a través de diversos cambios en el desarrollo de estos, en algunos agrios las semillas son poliembrionicas, y los diversos embriones están envueltos por una cubierta interna (el tegmen), muy fina, seca y coloreada, y otra externa (la testa), resistente, rugosa, y de color paja cuando se humedece. Igualmente señala que, tras la fecundación, algunos óvulos se transforman en semilla que se desarrollaran hasta su maduración.

3.5. Características de la semilla del género *Citrus*

3.5.1. Extracción de semilla de portainjerto

Para la obtención de semillas de los diferentes portainjertos se debe proceder a la cosecha de frutas maduras y sanas de plantas madres con buen estado sanitario, vigorosas, productivas y que respondan a las características de la especie de la cual se trate, las frutas deben recogerse directamente del árbol y es importante conocer la época de maduración de las distintas especies a fin de proceder a su cosecha y aprovecharlas en forma adecuada (González y Catalino, 2019).

3.5.2. Tratamiento de las semillas

Si se pretende guardar las semillas por algunos meses es conveniente realizar algún tipo de tratamiento para su conservación a fin de que sean salvados de los inconvenientes que pueden afectar su poder germinativo: la humedad y el ataque de hongos, por lo cual se hace necesario el tratamiento, pudiendo utilizarse por ejemplo captan en dosis de 10 gramos por cada 200 gramos de semillas (González y Catalino, 2019).

3.6. Germinación

De acuerdo con Alvares (2020) la germinación de semillas es un proceso en el cual se generan cambios morfológicos y fisiológicos que terminan en el crecimiento del embrión, por lo tanto, el proceso de la germinación requiere de condiciones específicas de temperatura, niveles de oxígeno y luz, con las proporciones adecuadas para cada especie.

3.6.1. Características de germinación en cítricos

Según la Enciclopedia Cubana en la Red (EcuRed) (2019) las características de germinación son los siguientes:

- La Germinación de la semilla es hipogea, es decir, los cotiledones permanecen subterráneos.
- La temperatura para que empiece a emerger la Radícula oscila entre 9 y 38°C y vara con cada cultivar.
- El número de días hasta la primera emergencia oscilan desde 14-30 días para las mayorías de los cultivares de cítricos en el intervalo óptimo de 30-35°C.
- La intensidad de la luz no afecta a la germinación o emergencia, pero las plántulas que se desarrollan en la oscuridad son pálidas y ahiladas.

3.6.2. Condiciones para la germinación

Meyer (1966) citado por Veliz (2015) menciona que para la germinación óptima de las semillas de cítricos mínimamente se requieren cuatro condiciones externas como ser; agua, temperatura adecuada, oxígeno y luz según la variedad.

3.7. Requerimientos agroclimáticos para el cultivo de cítrico

3.7.1. Clima

Cerezo (2014) menciona que los cítricos son especies subtropicales, no tolera heladas ya que estas afectan tanto a las flores, frutos y follaje, que puede desaparecer totalmente, por lo tanto, presenta escasa resistencia al frío.

Para EcuRed (2019) los cítricos son un género subtropical donde la mayoría de las especies sobrevive a periodos cortos de 0°C. La mayor o menor resistencia a temperaturas depende de la especie y variedad, el injerto sobre Poncirus es más resistente al frío, estado sanitario y estado nutricional.

3.7.2. Humedad relativa

Es otro factor importante en la producción de cítricos, el cuajado del fruto depende de la humedad relativa moderada, así mismo el tamaño del fruto se relaciona con la humedad relativa que oscila entre 35 y 70% (Cerezo, 2014).

3.7.3. Luminosidad

Cerezo (2014) señala que la luminosidad es un factor importante para la actividad fotosintética de la planta que permite disminuir la acidez afectando su relación con azúcares y temperaturas medias que promueven mayor síntesis de carbohidratos.

3.7.4. Temperatura

Para cultivar cítricos en condiciones óptimas se necesita un clima cálido y húmedo, una altitud moderada, suficiente brillo solar, un balance de temperaturas diurnas, nocturnas y protección de los vientos, el cultivo de estas especies se desarrolla entre los 13 y 30°C, estimándose una temperatura óptima de 18 a 34°C como mínimo y máximo, la media térmica ideal para una excelente maduración del fruto se establece en 23°C Hernández (1991) también indica que el proceso de maduración de los frutos incluyendo la producción de azúcares, la coloración interna y externa, están fuertemente influenciados por las temperaturas y el brillo solar.

El mismo autor indica que en las áreas más calientes, las naranjas son más dulces y la maduración más tardía, por otra parte, en los climas más fríos las naranjas son más ácidas, según este autor en regiones tropicales donde las temperaturas son siempre

elevadas, las frutas nunca alcanzan su coloración normal y se cosechan con un color amarillo pálido.

Según Cerezo (2014) la temperatura es un componente muy importante para el desarrollo vegetativo de la floración del cuajado y de la calidad de los frutos, la temperatura entre 25° c a 30° c se considera óptimas para la actividad fotosintética de las plantas.

3.7.5. Suelo

De acuerdo con Ecured (2019) los cítricos no son demasiado exigentes en suelos, una condición importante es una buena aireación, que no sea excesivamente arcilloso además con 1-1,5 m de profundidad de tierra es suficiente, los terrenos arcillosos dan menor calidad de fruto que los arenosos, piel más gruesa, menos zumo y menos dulce, mientras que los agrios muestran preferencia por los suelos permeables, pero prosperan en aquellos fértiles, bien drenados y ligeramente ácidos (pH 6-6,5).

Teniendo en cuenta a González y Catalino (2019) los cítricos son cultivados en suelos con una gran diversidad de características físicas y químicas, teniendo una gran capacidad de adaptación a un variado tipo de suelos, como suelos arenosos, suelos lateríticos con alto contenido de arcilla.

Los mismos autores también indican que los portainjertos por su sistema radicular tienen distintos grados de capacidad de adaptación a los diferentes tipos de suelo, para ello los suelos deben de tener una buena aireación, permeabilidad y no estar sujetos a encharcamiento por periodos prolongados lo que conduciría a una asfixia radicular y a una mayor incidencia de enfermedades.

3.8. Portainjertos para cítricos

3.8.1. Trifoliata

El Trifoliata, *Poncirus trifoliata* L. es la especie, nativa del Centro-Norte de China. Es tolerante a la tristeza, gomosis y *xiloporosis*, como al frío. Muy sensible a la sequía, pero adaptado, tolera encharcamientos. Induce buena calidad a los frutos y menor copa a las plantas injertadas sobre este portainjerto, permitiendo una alta densidad de

cultivo y genera frutos de alta calidad. Puede ser compatible con algunas copas. Los frutos son pequeños y con varias semillas (Oliveira *et al.*, 2008).

3.8.2. Citrangero Troyer y Carrizo

Híbridos de naranja “dulce” Trifoliata, obtenidas en California en 1909. El Troyer induce una óptima calidad a los frutos de las variedades injertadas, tal como el Carrizo. La calidad del fruto obtenida sobre Troyer es excelente, y la maduración es adelantada (Oliveira *et al.*, 2008).

3.8.3. Mandarina Cleopatra

Originaria de la India, tolerante a las principales enfermedades. Los frutos de esta especie poseen un elevado número de semillas, característica deseable cuando es utilizada como portainjerto. En cuanto a la calidad del fruto, generalmente es buena, pero induce usualmente a un menor tamaño. El sistema radicular es bien desarrollado y profundo, sin embargo, periodos de sequía pueden ser perjudiciales (Oliveira *et al.*, 2008).

Existe una amplia diversidad de portainjertos, de esta forma, en la siguiente tabla son presentados algunos portainjertos disponibles en la Estación Experimental Sapecho (EES).

Tabla 1. Principales portainjertos

Portainjerto	Vigor en el vivero	Porte de las plantas	Inicio de la producción	Longevidad	Maduración de los frutos	Calidad de los frutos
Citrangeiro “Carrizo”	Medio	Grande	Media	Media	Tardía	Buena
Limonero Rugoso	Grande	Grande	precoz	Pequeña	Precoz	Mala
Limonero Volkameriano	Grande	medio	precoz	Grande	precoz	Regular
Mandarina Cleopatra	medio	grande	medio	media	Tardía	Buena
Trifoliata	pequeño	pequeño	Precoz	Grande	Tardía	Óptima

Fuente: Oliveira *et al.* (2008)

3.8.4. Resistencia a enfermedades en portainjertos

Para minimizar la ocurrencia de enfermedades en las parcelas cítricas, en la selección del portainjerto es necesario observar la resistencia a los principales patógenos que ocurren en los cítricos. A continuación, se relaciona y clasifica los principales portainjertos en cuanto a su tolerancia y susceptibilidad a enfermedades.

Tabla 2. Clasificación de portainjertos de acuerdo a la resistencia a enfermedades

Portainjerto	Tristeza	Virus CEV Exocortis	Virus Xiloporosis	Gomosis	Verrugosis	Muerte súbita	Declínio
Citrangero Carrizo	tolerante	Susceptible	tolerante	Media	Resistente	-	susceptible
Limonero Rugoso	tolerante	Tolerante	Tolerante	Baja		-	Susceptible
Limonero Volkameriano	Tolerante	Tolerante	Susceptible	Media	susceptible	susceptible	susceptible
Mandarina Cleopatra	tolerante	Tolerante	tolerante	Media	Media	tolerante	Tolerante
Trifoliata	Tolerante	Susceptible	Tolerante	Alta	Resistente	Tolerante	susceptible

Fuente: Oliveira *et al.* 2008

3.8.5. Adaptación al clima y suelo

Tabla 3. adaptación al clima y suelo de los portainjertos

Portainjerto	Tolerancia a heladas	Tolerancia a sequías	Tolerancia a encharcamiento	Aptitud para suelo
Citrangero Carrizo	Alta	baja	baja	arcilloso
Limonero Rugoso	Baja	Grande	baja	Arenoso y arcilloso
Limonero Volkameriano	Media	Grande	Media	Arenoso y arcilloso
Mandarina Cleopatra	Media	Media	Baja	arcilloso
Trifoliata	Alta	Media	Alta	Húmedo

Fuente: Oliveira *et al.* (2008)

3.8.6. Características de un buen portainjerto

Al ser necesarias varias características del portainjerto, como resistencia a enfermedades, clima, etc., difícilmente se dispondrá de un portainjerto que tenga todas las características requeridas. De esta forma, es indicada la selección de una especie que supere las principales limitaciones del área donde el cultivo será implementado, y se hará necesario utilizar más de un portainjerto en una propiedad (Oliveira *et al.*, 2008).

Según Castro *et al.* (2008) el uso de portainjertos es clave para la mejora sustantiva de los rendimientos, calidad de frutos y la explotación de cultivos en sitios con limitantes edáficas, así mismo determina que la selección y obtención de portainjertos representa uno de los desafíos más complejos de la fruticultura moderna.

Oliveira *et al.* (2008) menciona que ya es de conocimiento de los investigadores y de citricultores que el portainjerto ejerce influencia en más de 20 características de los frutos y plantas, entre ellas destacan:

- Absorción, síntesis y utilización de nutrientes
- Transpiración y composición química de las hojas
- Porte, precocidad de producción y longevidad de las plantas
- Maduración, peso y permanencia de los frutos en la planta
- Coloración de la cascara y del jugo
- Contenido de azúcares
- Ácidos y otros componentes del jugo
- Tolerancia a insectos-plaga
- Enfermedades y factores abióticos, como frío, salinidad y sequías
- Conservación postcosecha
- Productividad
- Calidad de las frutas

Los cítricos son cultivados comercialmente hace más de 100 años y en muchos países, con diferentes características de clima y suelo, además de la ocurrencia de

varias enfermedades que causan pérdidas en la citricultura, la utilización del portainjerto adecuado se torna fundamental para el éxito en la actividad citrícola.

3.9. Descripción morfológica de las especies en estudio

3.9.1. Limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush)

Tabla 4. Taxonomía de Limón

Rugoso

Reino	Plantae
Orden	Sapindales
Familia	Rutaceae
Genero	Citrus
Especie	<i>Citrus x jambhiri</i>

Fuente: Oliveira et al. (2008)



Figura 1. Fruto de Limón rugoso

3.9.1.1. Origen

Se cree que es un híbrido natural, con diferentes características a los verdaderos limones, indica Garavello *et al.* 2019) también menciona que es nativo del norte de India.

3.9.1.2. Comportamiento como portainjerto

Es un portainjerto muy vigoroso, que da lugar a árboles de gran tamaño, particularmente en suelos arenosos de regiones húmedas y cálidas. Induce una elevada producción, pero la calidad de la fruta es baja, es susceptible a *Phytophthora* y fuertemente afectado por el blight (EcuRed, 2019).

3.9.1.3. Principales características como portainjerto

Según Garavello *et al.* (2019) es tolerante a la salinidad y una tolerancia alta a la alcalinidad.

3.9.1.4. Características de la fruta

La característica de la fruta es mediana, de forma variable pero generalmente ovalado, con un pequeño surco en la zona de inserción del pedúnculo generalmente con un pequeño pezón en el ápice rodeada por una aureola hundida e irregular, el epicarpio es rugoso maduro de color amarillo pálido menciona (Garavello *et al.*, 2019).

3.9.1.5. Características de las semillas

El mismo autor menciona que en un kilogramo contiene 11.000 semillas y 9 a 12 semillas por fruta, poliembrionicas y pequeñas.

3.9.2. Volkameriano (*Citrus volkameriana*)

Tabla 5. Taxonomía de Volkameriano

Reino	Plantae
Orden	<i>Sapindales</i>
Familia	<i>Rutaceae</i>
Género	<i>Citrus</i>
Especie	<i>Citrus x volkameriana</i>

Fuente: Oliveira et al. (2008)



Figura 2. Fruto de volkameriana

3.9.2.1. Origen y características como portainjerto

Saunt (1991) menciona que *Citrus Volkameriana*, es un híbrido de limonero y naranjo amargo de origen Italiano, también menciona que al injertar sobre este portainjerto se obtiene plantas vigorosos y muy productivos, aunque la calidad es, ligeramente mayor que injertados sobre limón rugoso y tiene mejor resistencia al frío.

3.9.2.2. Características de fruto y semilla

Gonzales y Catalino (2019) determinan que en un kilogramo contiene 9000 semillas y 20 semillas por fruto. Ecured (2019) indica que el fruto es con forma de limón real, áspero, brillante y de color rojizo anaranjado.

3.9.2.3. Principales características

Saunt (1991) menciona que el portainjerto Volkameriano es tolerante al mal seco y a *Phytophthora* causada por P. parasítica, además de ser tolerante a tristeza, salinidad y que tiene un buen desarrollo en suelos calizos, sin embargo, sensible a nematodos y al blight.

3.9.3. Citrange carrizo

Tabla 6. Taxonomía de Citrange Carrizo

Reino	Plantae
Orden	Sapindales
Familia	Rutaceae
Genero	<i>Citrus x Poncirus</i>
Especie	<i>Citrange (Poncirus trifoliata x Citrus sinensis)</i>

Fuente: Oliveira et al. (2008)



Figura 3. Representación de fruto y hoja Carrizo

3.9.3.1. Origen

Según Suarez (2012) es un portainjerto obtenido espontáneamente en Texas a partir de semillas de Citrange Troyer, morfológicamente el Citrange Carrizo es similar al Citrange Troyer, pero su comportamiento agronómico presenta ventajas por ser más resistente a *Phytophthora* sp y permite una mayor productividad.

3.9.3.2. Comportamiento como portainjerto

Son dos portainjertos muy similares entre sí con el *Citrange Troyer*, aunque se afirma un mejor comportamiento del Carrizo ya que inducen producciones aceptables y de muy buena calidad y los suelos con contenido elevado de calcio son nocivos para los citrangeros. El blight los afecta sensiblemente, así como la exocortis (EcuRed, 2019).

3.9.3.3. Principales características

Según Garavello *et al.* (2019) este portainjerto es tolerante a la salinidad y la alcalinidad. Suarez (2012) indica que es un portainjerto tolerante a Tristeza, Psoriasis, Xyloporosis y Woody Gall, siendo sensible a Exocortis y Nemátodos.

3.9.3.4. Características de la fruta

El mismo autor menciona que el fruto es pequeño, esférico, de piel suave, casi sin pelos, de color anaranjado pálido, generalmente de 9 a 10 segmentos por fruto.

3.9.3.5. Características de la semilla

En un kilogramo contiene 3000 semillas y por fruta 10 a 11 semillas. Altamente poliembrionicas, bien rellenas de tegumento liso y de un tamaño más grande que las semillas normales de los demás cítricos, menciona (Garavello *et al.*, 2019).

3.9.4. Mandarina cleopatra (*Citrus reshni*)

Tabla 7. Taxonomía de Mandarina Cleopatra

Reino	Plantae
Orden	Sapindales
Familia	Rutaceae
Genero	<i>Citrus</i>
Especie	<i>c. reshni</i>

Fuente: Oliveira et al. (2008)



Figura 4. Fruto de la mandarina cleopatra

3.9.4.1. Comportamiento como portainjerto

Originario de la India, de crecimiento lento en vivero, este patrón retrasa su entrada en producción y demora más en alcanzar su máximo potencial productivo, da lugar a un árbol de porte medio con buena calidad de la fruta, aunque disminuye su tamaño, además es recomendado para todas las especies de cítricos (EcuRed, 2019).

De acuerdo con Suarez (2012) las variedades de mandarino y de pomelo injertados sobre este portainjerto presentan buena productividad y una excelente calidad de fruta, pero con tamaño inferior a otros portainjertos.

3.9.4.2. Características de fruto y semilla

Según García (2010) indica que los frutos de este portainjerto maduran hacia fines de otoño a principios de invierno. Son de tamaño chico, de cascara rojiza, pulpa semi dulce, con unas semillas pequeñas y lisa por fruto, en 1kg cabe aproximadamente 14000 semillas.

3.9.4.3. Principales características

Este portainjerto es sensible a los nemátodos y presenta mayor sensibilidad a *Phytophthora* que *Citrangé Troyer*, Suarez (2012) menciona que es tolerante al virus de la tristeza, *Exocortis*, *Psoriasis* y *Xyloporosis*, en cuanto al suelo indica que presenta buena resistencia a la caliza y es tolerante a la salinidad, aunque sensible a la asfixia radicular.

3.10. Bioestimulantes orgánicos

Según Morales (2017) los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan con la finalidad de aumentar el rendimiento y calidad de la fruta, potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, tales como temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y enfermedades.

El mismo autor también indica que en general sus efectos son progresivos y acumulativos que ayudan en la recuperación microbiana de los suelos, entre los más utilizados destacan, compost, bocashi y el humus de lombriz, otros biofertilizantes

líquidos utilizados, son él té de compost, té de ortiga, té de guano, té de bocashi y té de humus, también existen opciones de abonos orgánicos foliares de proceso anaeróbico como el biofertilizante líquido y el biol

De acuerdo con Kawalekar (2013) los bioestimulantes se consideran una alternativa ecológica viable y sostenible para sustituir el uso de agroquímicos, ya que no solo mejoran la producción agrícola, sino que también disminuyen la contaminación ambiental.

3.10.1. Biol

Alvarez (2010) menciona que el biol es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, que es el resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha), además, contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas, obteniendo el biol con un proceso simple y a bajo costo, aunque su elaboración tarda un periodo de entre dos y tres meses.

Según Corporación Desarrollo de Infraestructuras e Ingeniería Industrial (COMSA) (2020) el biol, es el resultado de un proceso de fermentación anaeróbica donde diferentes materiales orgánicos y minerales son transformados gracias a una intensa actividad microbiológica.

3.10.1.1. Características del biol

El Biol puede ser biocida para controlar plagas y enfermedades, para suelo y hojas que nutren a la planta y mejoran la fertilidad del suelo y biol abono foliar que nutre directamente a la planta, acelera el crecimiento e incrementa el rendimiento de los cultivos agrícolas, aplicando directamente al suelo, en las hojas, a la semilla para desinfectar y como biofertilizante para acelerar el enraizamiento (Carhuancho, 2012).

El biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol, la parte líquida es conocida como abono foliar, el resto sólido

está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo (Alvarez, 2010).

3.10.1.2. Composición de biol

El estiércol de animales es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo, no obstante, la composición y la calidad del estiércol depende de la especie animal, alimentación, cantidad de materia seca y manejo (Carhuancho, 2012).

Tabla 8. Análisis químico de biol

pH	5.6
Nitrógeno	0.092 (%)
Fosforo	112.80 ppm
Potasio	860.40 ppm
Calcio	112.10 ppm
Magnesio	54.77 ppm
Cobre	0.036 ppm
Manganeso	0.075 ppm
Hierro	0.820 ppm
Cobalto	0.024 ppm
Boro	0.440 ppm
Selenio	0.019 ppm

Fuente: Alvarez (2010)

3.10.1.3. Usos de biol

Brechelt (2004) menciona que el biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, perennes con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, la semilla y la raíz, destaca que no debe ser utilizado puro cuando se va a aplicar al follaje de las plantas, sino en diluciones.

Para Alexandra (2007) el biol es un compuesto anaeróbico completo que puede ser utilizado como fertilizante, insecticida, fungicida, Fito regulador e inoculante.

3.10.1.4. Ventajas y desventajas de la aplicación de biol

Para Alvarez (2010) la aplicación de biol tiene las siguientes ventajas en el cultivo:

- Estimulan la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades.
- Se puede elaborar en base a insumos y a bajo costo
- No tiene una receta fija, los insumos pueden variar de acuerdo a la disponibilidad
- Estimula el trabajo de los microorganismos benéficos del suelo
- Permite un mejor desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos
- Aumentan la eficiencia de los micronutrientes aplicados a los cultivos.

El mismo autor indica que tiene las siguientes desventajas:

- Tiene un largo tiempo de preparación: entre dos y tres meses
- En grandes extensiones de terreno, es necesaria una mochila para su aplicación

3.10.2. Té de humus

El té de humus es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de extraer los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta, se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas (Capistran *et al.*, 2004 citado por Villanueva, 2016).

Según Sánchez (2003) el té de humus de lombriz, se obtiene del humus sólido, mediante un proceso donde el humus suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles y de fácil absorción de nutrientes para las plantas.

3.10.2.1. Características del té de humus

Canelas (2002), citado por Aguilar (2016) menciona que aplicando al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables a los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales, creando un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades.

El mismo autor afirma, que el humus líquido contiene los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre ellos las humanas, los ácidos húmicos, fúlvicos, y úlmicos. Además, el humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales.

3.10.2.2. Composición de té de humus

Según Factor humus (2020) el humus líquido contiene una elevada cantidad de materia orgánica, ácidos húmicos, nitrógeno, fósforo, potasio y un amplio abanico de enzimas, microelementos y amino ácidos, promueven de forma efectiva el crecimiento de los cultivos e incrementar la efectividad de la calidad. El humus líquido presenta un pH inferior después del proceso de descomposición bacteriana durante el proceso de bioconversión.

Tabla 9. Análisis químico de té de humus

pH	6.5-8
Nitrógeno	200 ml/Lt
Potasio	5500 ml/Lt
Calcio	480 ml/Lt
Magnesio	90 ml/Lt
Boro	40 ml/Lt
Fierro	1.2 ml/Lt
Zinc	1 mg/Lt

Fuente: Cocoonhumus (2015)

3.10.2.3. Uso del té de humus

Las ventajas de usar abonos líquidos orgánicos como el té de humus, son que no se daña el medio ambiente y ayuda a sostener la explotación sostenible del ambiente; puede ser aplicado al suelo en concentraciones dependientes de la necesidad del cultivo. Este se puede aplicar foliarmente donde estimula el crecimiento y se mejora la calidad de los productos; o al nivel edáfico donde favorece el desarrollo radicular (Cartagena, 2002).

Al aplicarse al suelo por sistema de riego mejora la estructura del suelo al proveer materia orgánica y ácidos húmicos, contiene fitohormonas que fortalecen la raíz y ayudan al crecimiento de la planta (Cocoonhumus, 2015).

3.10.2.4. Ventajas del té de humus

Según Redagricola (2017) con la aplicación del té de humus de lombriz se obtiene las siguientes ventajas.

- Mejora el sistema inmunológico de las plantas
- Aporta una gran cantidad y diversidad de microorganismos necesarios.
- Estimula la humificación natural del suelo
- la existencia de clorofila en los tejidos
- Reduce el uso de fertilizantes químicos
- Controla enfermedades criptogámicas causadas por hongos y parásitos.
- Es asimilado fácilmente por la raíz y las estomas

3.10.3. *Trichoderma harzianum*

Tabla 10. Taxonomía

Reino	Plantae
División	Mycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreaceae
Genero	<i>Trichoderma</i>
Especies	<i>T. harzianum</i>

Fuente: EcuRed (2014)

Pumisacho (2002) citado por Ramírez (2015) manifiesta que el *Trichoderma harzianum* es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos, su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente, algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan y puede aplicarse directamente a las semillas al sustrato o vía foliar.

3.10.3.1. Características del *Trichoderma harzianum*

Se caracteriza porque se desarrolla rápidamente y emite gran cantidad de esporas verdes, ligeramente algodonoso parecido a un moho, de color verde oscuro. *T. harzianum* actúa como bioestimulante de crecimiento radicular promoviendo el desarrollo de las raíces, esto debido a que estimula a la planta a la secreción de fitohormonas, por lo tanto, incrementa la masa radicular permitiendo una mejor asimilación de nutrientes y una mayor altura de la planta (EcuRed, 2014)

Según Fisher (1990) el uso de *Trichoderma harzianum* es un método de control eficaz contra diversos organismos dañinos que existen en el suelo y contra enfermedades que se presentan en numerosas especies, tanto, anuales como perennes. También menciona que para poder controlar utiliza mecanismos de acción como; mico parasitismo, antibiosis, competencia por nutrientes y la estimulación de defensas de la planta

3.10.3.2. Ventajas del uso de *Trichoderma harzianum*

Teniendo en cuenta a Chiriboga *et al.* (2015) entre los principales beneficios de la aplicación de *Trichoderma harzianum* se encuentran los siguientes:

- Ofrece un control eficaz de enfermedades de las plantas.
- Se propaga en el suelo, aumentando su población y ejerciendo control duradero
- Con el uso de microorganismos en los cultivos, las plagas no generan resistencia
- Ayuda a descomponer la materia orgánica
- Estimula el crecimiento de los cultivos
- Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo
- Preserva el ambiente al disminuir el uso de funguicidas.
- Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje de las plantas.

4. LOCALIZACION

4.1. Ubicación geográfica

Según el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (2005) Sapecho pertenece al Departamento de La Paz, Provincia Sud Yungas, cuarta sección, el cual presenta una topografía con relieve de colinas y serranías, de forma intercaladas por llanuras aluviales y valles profundos, con una superficie de 5770 kilómetros cuadrados que tiene la provincia sud yungas siendo así el más grande de la provincia.

El Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) (1996) determina que la Estación Experimental se encuentra a 2 kilómetros de la población de Sapecho entre los paralelos 15° 32' 54.4" latitud sur y 67° 19' 47.8" longitud oeste, a una distancia de 260 kilómetros de la ciudad de La Paz y a una altitud de 450 m.s.n.m.

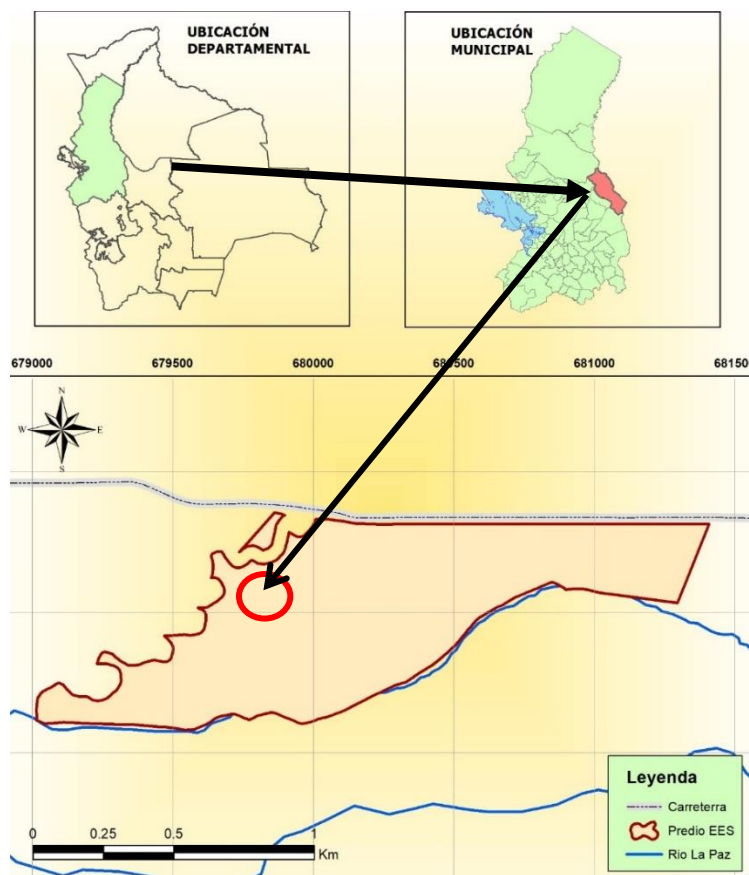


Figura 5. Ubicación geográfica de la Estación Experimental Sapecho

Fuente: Choque (2020)

4.2. Características edafoclimáticas y ecológicas de la zona

4.2.1. Temperatura

El Gobierno Autónomo Municipal de Palos Blancos (GAMPB) (2013) indica que los datos meteorológicos correspondientes a la Estación de SENAMHI, tiene registros para el área una temperatura promedio del ambiente de 26 °C. con un promedio máximo de 33 °C. y un mínimo promedio de 19 °C. las bajas temperaturas llegan entre los meses junio y julio llegando a valores menores de 13 °C.

4.2.2. Clima

La zona tiene un clima húmedo y cálido formando dos ecorregiones Yungas y Trópico, cuenta con un clima que va de cálido a templado en ciertas áreas de mayor altura. Existen elevadas temperaturas y precipitaciones pluviales con un promedio anual de 1600 mm concentrándose entre noviembre y marzo, un periodo de transición con lluvias esporádicas, nubosidad alta y probabilidades de temperaturas moderadamente bajas entre abril y junio, la época seca se presenta de julio a noviembre, la región cuenta con una humedad promedio relativa de 80% y el brillo solar de 4.7 horas/día (GAMPB, 2013).

El mismo autor indica que en los últimos años se observan aspectos influenciados por los cambios globales existentes a nivel mundial, causando en el área fenómenos que generan bajas temperaturas, sequías, lluvias de elevada intensidad y en ocasiones la presencia de granizadas que no son normales por estas regiones (GAMPB, 2013).

4.2.3. Vegetación

Ellenberg (1979) citado por Elbers (1995) indica que la vegetación natural de las partes bajas del bosque húmedo montañoso de Alto Beni, hasta 800 m.s.n.m. aproximadamente tiene las siguientes características: El bosque es denso, alto y consta de varios pisos de árboles, la capa arbórea superior alcanza alturas de 30 a 40m, los troncos son rectos y alcanzan un diámetro de más de un metro, la segunda capa arbórea llega a 15 hasta 20 m y tiene un porcentaje alto de palmeras, el sotobosque llega a 4 metros de altura y está integrado de varias especies de carácter arbustivo, arboles , palmeras jóvenes y lianas.

4.3. Fisiografía y suelos

Según Elbers (1995) la fisiografía de Alto Beni se caracteriza por tener serranías, colinas y valles con una topografía de ondulada a muy ondulada y sus suelos en términos generales presentan una capa de suelo muy cultivable el cual es muy delgada y están constituidos por una mezcla de tierra vegetal y pizarra que se originan de rocas sedimentarias, terciarias, originados de suelos aluviales que dan lugar a la formación de areniscos, cuarcitas, calcáreas y arcillas.

Según Elbers (1995) indica que la clasificación de suelos en la región de Alto Beni da como resultados, Cambisoles, Lixisoles y Acrisoles, que son suelos menos intensamente meteorizados.

4.4. Descripción de Flora y fauna

4.4.1. Flora

Los bosques están conformados por una diversidad de especies del tipo herbáceas, arbustos y arbóreas (Tabla 11), este aspecto permite a los comunarios realizar el uso y aprovechamiento de especies maderables y no maderables, sin embargo, la explotación desmedida y no planificada ha ocasionado la reducción abrupta de especies valiosas.

Tabla 11. Especies representativas de flora en la región

Nombre común	Nombre científico
Huairuro	<i>Ormosia sp.</i>
Motacu	<i>Scheelea princeps</i>
Teca	<i>Teutona grandis</i>
Achachairú	<i>Rheedia gardneriana</i>
Toco colorado	<i>Piptademia buchtiennii</i>
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Sangre de grado	<i>Croton draconoides</i>
Colomero	<i>Cariniana estrellensis</i>
Majo	<i>Oenocarpus bataua</i>
Sangre de toro	<i>Otoba parvifolia</i>
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>
Copoazú	<i>Theobroma grandiflora</i>
Ceibo	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Asaí	<i>Euterpe precatoria, E. oleraceae</i>
Chima	<i>Bactris gasipaes</i>
Pacay	<i>Inga sp.</i>
Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Roble	<i>Amburana cearensis</i>
Huasicucho	<i>Centrolobium achroxylum</i>
Laurel	<i>Nectandra sp.</i>
Mascajo	<i>Clarisia racemosa</i>
Cuchi	<i>Astronium urudeuva</i>
Mapajo	<i>Ceiba pentandra</i>
Paquíó	<i>Hymenaea courbaril</i>
Quina Quina	<i>Myroxylum indica</i>
Toco	<i>Piptademia buchtiennii</i>

Fuente: Elaborado con base en Herbert (2006).

4.4.2. Fauna

Entre la fauna de la región se cuenta con algunas especies de mamíferos, aves, peces entre otros (Tabla 12).

Tabla 12. Especies representativas de la fauna en la región

Nombre común	Nombre científico
Anta	<i>Tapirus terrestris</i>
Jochi pintado	<i>Agouti paca</i>
Capibara	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>
Venado	<i>Mazama americana, M. gouazoubira</i>
Chancho de monte	<i>Tayassu tajacu, T. pecari</i>
Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Puerco espín	<i>Coendou prehensilis</i>
Melero	<i>Eira barbara</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>
Jaguar	<i>Panthera onca</i>
Tejón	<i>Nasua nasua</i>
Mono nocturno	<i>Aotus azarae</i>
Mono Martín	<i>Cebus apella, C. libidinous</i>
Tatú	<i>Chamyphorus vallerous</i>
Carachupa	<i>Marmosops dorothea</i>
Rata	<i>Oryzomys capito, O. nitidus</i>
Murciélago	<i>Diferentes especies</i>
Tigrecillo	<i>Felis widi</i>
Loro	<i>Aratinga mitrata</i>
Buitre	<i>Catbartes aura</i>
Charata	<i>Ortalis Conicollis</i>
Pájaro carpintero	<i>Campephilus principalis</i>
Mutún	<i>Mitu tuberosa</i>
Lechuza	<i>Otus choliba</i>
Pava	<i>Penelope montagnii</i>
Águila	<i>Harpya harpya</i>
Tucán	<i>Ramphastus toco</i>
Lagartija	<i>Prionodactylus eigenmanni</i>
Pacú	<i>Piaractus brachypomus</i>
Sábalo	<i>Prochilodus cf. nigricans</i>
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fsciatum</i>
Carancho	<i>Hypostomus sp.</i>

Fuente: Elaborado con base en Herbert W. 2006.

5. MATERIALES Y METODOLOGIA

5.1. Materiales

Material biológico	Material de gabinete
Semillas de Mandarina Cleopatra	Computadora
Semillas de Volkameriano	Cámara fotográfica
Semillas de Citrange Carrizo	Calculadora
Semillas de Limón Rugoso	Software Infostat
Cepas de <i>Trichoderma harzianum</i>	

5.1.1. Material de campo

- Sustrato: tierra del lugar y arena (902.4 kilos).
- Bolsas: dimensiones (10*12 cm y una altura de 20 cm)
- Clavos
- Picota
- Pala
- Bambú
- Flexo metro
- Estacas
- Cuerda
- Termohigrómetro
- Balanza analítica
- Vernier digital
- Malla semisombra 50/50 (6*2 m)
- Nilón transparente (5*1 m)
- Madera
- Regadera
- Jarras de plástico
- Martillo
- Boca de lobo
- Machete

5.1.2. Material e insumos para cada bioestimulante

Tabla 13. Biol

Materiales	Ingredientes
<ul style="list-style-type: none">• Tanque de plástico con capacidad para 200 litros con tapa rosca.• Manguera de jardín un metro• Conector plástico para manguera• Botella de plástico de 2 litros	<ul style="list-style-type: none">• 50 kg de estiércol fresco• Agua• 2 litros de leche líquida• 4 litros de melaza.• 500 gramos de levadura• Leguminosas kudzu

Tabla 14. Té de humus

Materiales	Ingredientes
<ul style="list-style-type: none">• Una cubeta de cinco galones• Humus de lombriz• Bolsa de un quintal	<ul style="list-style-type: none">• Humus de lombriz (sin pedazos grandes, tamizado).• Agua de lluvia• Melaza

5.2. Metodología

5.2.1. Obtención de la semilla

Las semillas de los diferentes portainjertos fueron obtenidas en la Estación Experimental Sapecho (E.E.S.) de las plantas con mejor porte y producción, siguiendo las recomendaciones de Gonzales y Catalino (2019) que mencionan que para la elección de una buena planta madre debe tener las siguientes características: un buen estado sanitario, vigorosas, productivas, resistente a plagas y que respondan a las características de la especie de la cual se trate, como también otro aspecto importante el sabor, olor, y velocidad de cultivo.

5.2.1.1. Cosecha del fruto

La cosecha del fruto de los Portainjertos, Rugoso, Volkameriano y Carrizo se las realizó el 1 de junio de 2021 y de la Mandarina Cleopatra se cosechó el 8 de julio, se seleccionó los frutos más maduros con la ayuda de una tijera y bolsas para cada especie. Se cosechó la cantidad de frutos necesarios para obtener 200 semillas por especie, teniendo en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 15. Época de maduración y numero de semillas por fruto
y por kilos de semilla de los diferentes portainjertos

Especie	Época de maduración	N° de semillas/ fruto/kilo
Limón Rugoso	Abril – Agosto	15/10000
Mandarina Cleopatra	Julio – Agosto	10-15/10000
Citrango Carrizo	Marzo – Mayo	20-25/4000
Citrus Volkameriana	Mayo - Junio	20/9000

Fuente: Gonzales y Catalino (2019)

5.2.1.2. Extracción de la semilla

Para la extracción de las semillas se realizó un corte transversal hasta la mitad de la fruta con un cuchillo, cuidando que no se dañen las semillas, posteriormente se aplicó presión con las manos y se exprimió hasta obtener todas las semillas de los frutos de los 4 portainjertos.

Se eliminó la pulpa de las semillas mediante el lavado consecutivo con agua con la ayuda de un envase plástico tipo tamizador, posteriormente se secó las semillas libres de pulpa bajo sombra durante tres días en diferentes envases para cada portainjerto.

5.2.1.3. Distribución de la semilla

Después del secado bajo sombra se utilizó bolsas de plástico para cada portainjerto los cuales contienen las 200 semillas, los que fueron guardadas en un ambiente seco y alejado de la luz, hasta el momento de la siembra, excepto de la mandarina cleopatra del cual se cosechó los frutos y se extrajo las semillas un día antes de la siembra.

5.2.1.4. Almacenamiento de la semilla

Se almacenaron en un periodo de 39 días en un ambiente cerrado oscuro y alejado del ataque de plagas, considerando la temperatura promedio no más a 25 °C. El tiempo de almacenamiento de los diferentes portainjertos fue distinta, los portainjertos carrizo, rugoso y volkameriano estuvieron en almacenamiento durante 39 días y las semillas de la mandarina cleopatra, se obtuvieron 24 horas antes de la siembra.

5.2.2. Identificación y delimitación del área experimental

La evaluación de la presente investigación se realizó en el vivero ya establecido de la Estación Experimental Sapecho.

Se delimitó la superficie a utilizar para el trabajo de investigación dentro del vivero para el área de repique que ocupó un área de 5*5 metros.

5.2.3. Delimitación del área para la almaciguera

Se realizó en el área de vivero con la ayuda de estacas e hilos con las dimensiones de 6 metros de largo y 2 metros de ancho tomando en cuenta el área para el armado de la semi sombra.



Figura 6. Delimitación del área para la almaciguera

5.2.4. Preparación y construcción de la almaciguera

5.2.4.1. Construcción de la almaciguera y la semisombra

Para la instalación de la almaciguera se utilizó material vegetal bambú, charo, clavos, tablas maderables, malla semisombra 50/50 y una protección de plástico alterna para las precipitaciones pluviales que causarían la saturación del agua en el sustrato.



Figura 7. Construcción de la almaciguera



Figura 8. Construcción de la semisombra

Las dimensiones de la almaciguera fueron: 22 cm de alto, 1 metro de ancho, 5 metros de largo. Se utilizó bambú de 1,20 metros de altura como pilares para la elevación, listones para las largueras, charo de 1,10 metros de largo para la base del sustrato y maderas de 15 centímetros de alto a los cuatro lados para el relleno con el sustrato.

Para cubrir la cama almaciguera con la malla semisombra se utilizó pilares de 2.5 metros de altura en las 4 esquinas y alambre como soporte del techo entre cruzados de esquina a esquina tensionados fijamente, finalmente se cubrió con la malla semi sombra 50/50, tanto el techo como los bordes de la cama almaciguera para evitar que ingresen insectos perjudiciales.

5.2.4.2. Sustrato para la almaciguera

Se utilizó una mezcla de lama del río y tierra de lugar, en una relación 2:1 garantizando la porosidad del sustrato y que no haya saturación de agua, el sustrato se llenó en la almaciguera hasta 20 cm de altura.

Antes de rellenar el sustrato se instaló en la base de la almaciguera una malla milimétrica para que ayude a sostener la tierra y haya un mejor drenaje.

5.2.4.3. Desinfección del sustrato

El método que se utilizó para la desinfección del sustrato en la almaciguera fue la solarización, previamente se regó con bastante agua luego se cubrió todo el sustrato con un material plástico transparente asegurando fijamente los bordes cosa que el viento no pueda ingresar, se mantuvo cubierto durante cuatro semanas bajo el sol para garantizar la desinfección del sustrato (Jerónimo, 2007).

5.2.5. Almacigado y labores culturales

5.2.5.1. Desinfección de las semillas

Antes de la siembra se realizó la desinfección de las semillas sumergiendo en una mezcla de 1 litro de agua con fungicida en polvo de Ridomil Gold 10 gramos. Cavallo *et al.* (2005) recomienda proteger las semillas con fungicidas en polvo como, abrazan, captan en dosis de 10 g/kg de semillas.

Ridomil (2018) indica que Ridomil es un fungicida en polvo, sistémico y de contacto para el control de hongos y tiene como principio activo Mancozeb y Metalaxil-M.

Según Groundex (2015) el efecto prolongado del fungicida Ridomil gold conserva sus propiedades protectoras químicas durante dos semanas. Por lo tanto, se determina que no afectara a la aplicación de los bioestimulantes orgánicos aplicados después del repique y el empleo de Ridomil Gold antes del almacigado para la desinfección de semillas.

5.2.5.2. Almacigado de semillas

La siembra de las semillas se realizó el 10 de julio de 2021, utilizando 1 metro cuadrado para cada variedad, la densidad de siembra que se utilizó fue de 10 cm entre filas, 5 cm entre semillas y 187 semillas de cada variedad sembradas a una profundidad de 2

cm, finalmente se rego con la cantidad de agua necesaria para iniciar su proceso de germinación.

5.2.5.3. Riego

El primer riego al momento de la siembra se lo realizó hasta el punto de saturación de agua aplicando 10 litros por metro cuadrado, posteriormente el riego se realizó en un intervalo de 5 a 7 días en una cantidad de 15 litros en toda la almaciguera, procurando mantener el sustrato húmedo.

5.2.6. Toma de datos en fase de almaciguera

Los datos tomados en fase de almaciguera, fueron de las variables de estudio: altura, días a la emergencia y número de hojas, cada 15 días desde la primera emergencia de plántulas.

5.2.7. Preparación de bioestimulantes

Biol	Té de humus	<i>Trichoderma</i>
Se utilizó estiércol de vaca fresca, levadura, carbón molido, kudzu picado, azúcar morena diluidos en 10 litros de agua, los cuales se agregaron en un barril sellado y para que libere gas metano durante la fermentación se adaptó una manguera, lo cual se lo sello firmemente, al final de la manguera se puso una botella con agua de 2 litros, la preparación estuvo a disposición de uso a los 30 días (Álvarez, 2010)	Se uso una proporción de 1 kg de humus de lombriz tamizado por 1 litro de agua, la cual se puso a disponibilidad de uso al cabo de tres días, considerándolo como un proceso de elaboración anaeróbico. (Cadena, 2014)	Este bioestimulante se lo obtuvo de área de fitopatología de la Facultad de Agronomía.

5.2.8. Fase de embolsado y repique

5.2.8.1. Preparación del sustrato

El sustrato para el embolsado fue a base de tierra agrícola, arena fina y aserrín en una proporción de 5:3:1 respectivamente garantizando un sustrato adecuado, obteniendo una cantidad total del sustrato de (902.4 kg), justo para 480 bolsas de polietileno.

5.2.8.2. Llenado de bolsas

Las bolsas de polietileno que se utilizaron tuvieron las siguientes características: (10*12 cm ancho y largo con una altura de 20 cm), color negro, espesor de 0,1 mm, perforaciones bien ubicadas que permitan un excelente drenaje.

Las 480 bolsas se llenaron totalmente teniendo en cuenta los cuidados del llenado, como no compactarlo demasiado y al ras de la bolsa. Posteriormente las bolsas llenas se trasladaron y ordenaron según al croquis experimental en el área con una superficie de 5*5 designado para esta investigación y por último se realizó un riego de todas las bolsas llenas un día antes del repique.

5.2.8.3. Repique

Consistió en trasladar los plantines de los 4 portainjertos de la almaciguera a las bolsas llenas de sustrato, previamente se realizó un riego en la almaciguera, para que suelte el sustrato de las raíces y no causar daños a las raíces al momento de la extracción de las plántulas, después de extraer las plántulas con las mejores características morfológicas, se realizó podas sanitarias de las raíces, las plántulas extraídas de la almaciguera se colocaron en un recipiente con agua, operación que se realizó bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de las plántulas.

Para proceder al repicado, se utilizó un repicador (palo), para formar un hoyo profundo y ancho en la parte céntrica de la bolsa, posteriormente se colocaron las plántulas en los hoyos, procurando que la parte radicular quede en íntimo contacto con el sustrato haciendo presión, evitando que queden espacios vacíos. Por último, se realizó un riego a las plántulas repicadas.

5.2.8.4. Riego

Fueron riegos ligeros y frecuentes, al inicio cada dos días, posteriormente según la necesidad requerida de las plántulas y las condiciones climáticas del lugar.

5.2.8.5. Labores culturales

Las labores culturales como el deshierbo y control fitosanitario se realizaron de forma manual.

El deshierbo consistió en no permitir el desarrollo de las malezas, ya que compiten con los plantines de cítricos por la disponibilidad de nutrientes, agua y luz.

La presencia de plagas que se tuvo durante la investigación, como la *Caelifera* (Grillo) y *Phyllocnistis citrella* (minador de hojas), se las controló realizando un control minucioso en cada tratamiento, una vez identificado la plaga, se lo eliminó para así ayudando a bajar la población de estas plagas.

5.2.9. Aplicación de bioestimulantes

Los bioestimulantes se aplicaron cada 15 días, después de 8 días del repique, ya que en ese tiempo las plantas aseguran su prendimiento en las macetas de vivero y están listos para la aplicación de bioestimulantes.

5.2.9.1. *Trichoderma harzianum*

Para la dosis aplicada de *Trichoderma* se tomó en cuenta la dosis utilizado por Cadena *et al.*, (2021) señala para una mochila de 20 litros, se debe aplicar 68 gramos peso seco de *Trichoderma* y 200 gramos peso fresco, lo que representa el 100% de concentración.

Por lo tanto, se aplicó *Trichoderma* al 120% de concentración, se utilizó una solución total de 6 litros para 120 plantines, para ello se mezcló en un balde, 24 gramos de *Trichoderma* en 5.9 litros de agua y 0.1 litros de té de estiércol para que ayude a reactivar la *Trichoderma*, se aplicó directamente al sustrato, 50 ml por cada plántula.

Durante la investigación se aplicó en 8 ocasiones, usando una cantidad total de *Trichoderma* de 192 gramos y 0.8 litros de té de estiércol.

5.2.9.2. Biol EES.

En cada aplicación con intervalo de 15 días, se aplicó biol a una concentración del 5%, la cantidad total de solución requerida fue de 6 litros para 120 plantines, para lo cual se preparó en un balde agregando (0.32 litros de biol en 5,68 litros de agua), se aplicó directamente al sustrato, 50 ml por cada plántula. Álvarez (2010) recomienda utilizar concentración de biol al 5% en plantas jóvenes, es decir en una mochila aspersora de 20 litros de agua se aplica 1 litro de Biol

Durante la investigación se aplicó en 8 ocasiones usando una cantidad total de biol de 2.56 litros.

5.2.9.3. Té de humus

En cada aplicación con intervalo de 15 días, se aplicó té de humus a una concentración del 10%, la cantidad total de solución requerida fue de 6 litros para 120 plantines, para lo cual se preparó en un balde agregando (0.4 litros Té de humus en 5.6 litros de agua), se aplicó directamente al sustrato, 50 ml por cada plántula. Lombrices (2019) recomienda utilizar Té de humus al 10%, es decir 100 ml de humus liquido por cada litro de agua, además indica que no es necesario que la medida sea exacta, pues el humus liquido no quemara las plantas.

Durante la investigación se aplicó en 8 ocasiones, utilizando una cantidad total de 3.2 litros de té de humus liquido de lombriz.

5.2.10. Recolección de datos

Los datos de las variables de estudio (altura, diámetro y número de hojas) se registraron cada 15 días posteriores a la primera aplicación de los bioestimulantes.

5.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial conformado por 16 tratamientos y 3 repeticiones con 48 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con 10 plantas, haciendo un total de 480 plantas.

Los factores de estudio fueron los siguientes:

Tabla 16. Factores de estudio

Factor A	Factor B
A1 = Volkameriano	B1 = Biol EES
A2 = Mandarina Cleopatra	B2 = Té de humus
A3 = Citrange carrizo	B3 = <i>Trichoderma harzianum</i>
A4 = Limón Rugoso	B4 = Testigo

5.3.1. Tratamientos

Combinando las variables, se tuvieron 16 tratamientos, detallados en la (Tabla 17)

Tabla 17. Combinación de los factores en estudio

Tratamiento	Combinación de factores	Código
T1	Volkameriano/biol EES	A1B1
T2	Volkameriano/Té de humus	A1B2
T3	Volkameriano/ <i>Trichoderma</i>	A1B3
T4	Volkameriano/Testigo	A1B4
T5	Cleopatra/biol EES	A2B1
T6	Cleopatra/Té de humus	A2B2
T7	Cleopatra/ <i>Trichoderma</i>	A2B3
T8	Cleopatra/Testigo	A2B4
T9	Carrizo/biol EES	A3B1
T10	Carrizo/Té de humus	A3B2
T11	Carrizo/ <i>Trichoderma</i>	A3B3
T12	Carrizo/Testigo	A3B4
T13	Rugoso/biol EES	A4B1
T14	Rugoso/Té de humus	A4B2
T15	Rugoso/ <i>Trichoderma</i>	A4B3
T16	Rugoso/Testigo	A4B4

5.3.2. Modelo lineal aditivo

De acuerdo con Vicente (2001) el modelo lineal para un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo de 2 factores es:

Tabla 18. Modelo lineal (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación

μ = Media general

α_i = Efecto fijo del i-ésimo nivel de A

β_j = Efecto fijo del j-ésimo nivel de B

$(\alpha \beta)_{ij}$ = Efecto fijo de interacción del i-ésimo nivel de A con j-ésimo nivel de B

ϵ_{ij} = Error experimental (0, $\sigma\epsilon^2$)

5.3.3. Croquis experimental

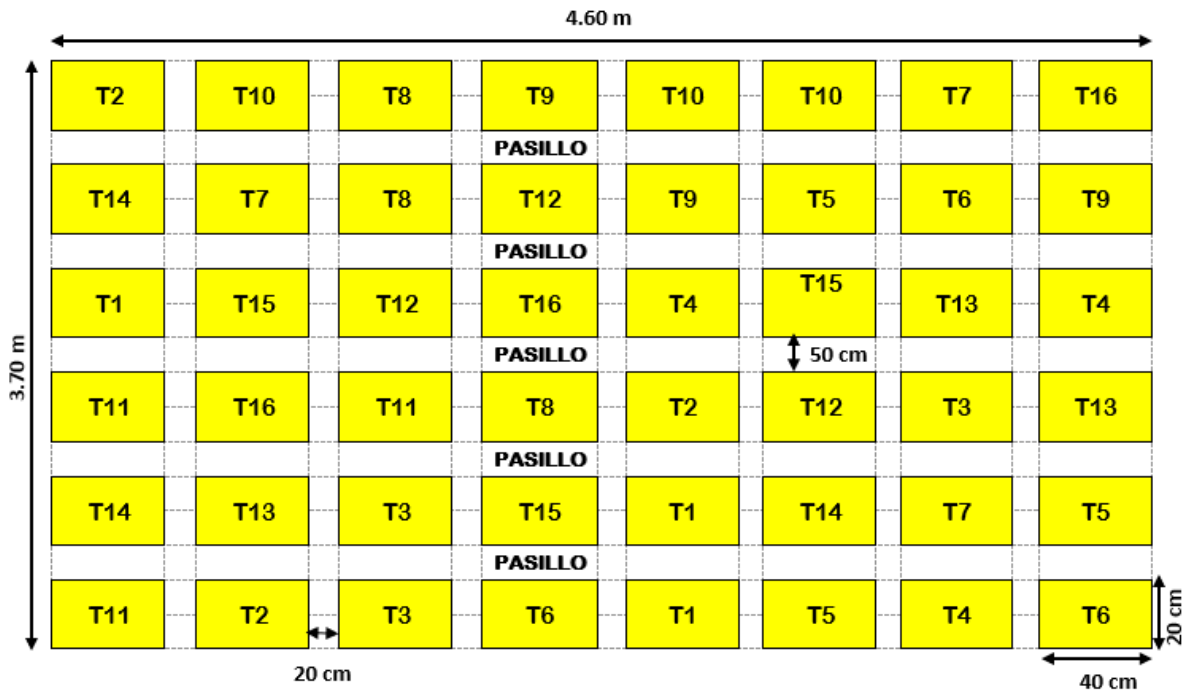


Figura 9. Croquis experimental

5.4. Variables de respuesta

5.4.1. Porcentaje de germinación (%)

El porcentaje de germinación de las semillas de los portainjertos (Cleopatra, Volkameriano y Rugoso) se evaluó a los 35 días después del almacigado, excepto del

portainjerto Carrizo que tardó 45 días para su germinación máxima, la variable a medir fue de la siguiente relación:

$$PG\% = SG/TS \times 100$$

Donde:

PG%= Porcentaje de germinación

SG= Semillas germinadas

TS= Total de semillas

5.4.2. Porcentaje de emergencia

Para la evaluación del porcentaje de emergencia de las plántulas se procedió a la toma de datos a los 31 días, 46 días hasta los 61 días, contando cada semilla que emergían a la superficie de los cuatro portainjertos.

El conteo se la realizó hasta el día 61 desde la siembra y se realizó tres registros cada 15 días. Los resultados obtenidos se evaluaron según la siguiente fórmula:

$$PE\% = NSE / NSS * 100$$

Dónde:

PE (%) = porcentaje de emergencia

NSE = número de semillas emergidas

NSS = número de semillas sembradas

5.4.3. Altura de la planta (cm):

En fase de almaciguera se midió las plántulas con las primeras hojas verdaderas desde los 41 días de siembra de los 4 portainjertos hasta los 56 días, los datos se tomaron cada 15 días, obteniendo dos registros con la ayuda de un flexómetro.

Los datos tomados después del repique y aplicación de bioestimulantes se realizó cada 15 días hasta los 135 días, en total se realizaron nueve registros para la variable altura, midiendo con un flexómetro a partir del cuello hasta el ápice de la planta. Se

midió 60 plantines por cada variedad de portainjerto y un total de 240 plantones evaluados.

5.4.4. Número de hojas:

En fase de almaciguera, las hojas se contabilizaron desde las primeras hojas verdaderas que obtenían los plantines, el conteo de hojas se realizó a los 41 días de siembra de los 4 portainjertos, hasta los 56 días, los datos se tomaron cada 15 días, obteniendo dos registros con la ayuda de un flexómetro.

Después del repique y aplicación de bioestimulantes, el número de hojas de los cuatro portainjertos se registró y contabilizó, paralelamente en los mismos plantones durante la medición de altura y durante el mismo día, obteniendo de la misma forma nueve registros, hasta los 135 días después del repique.

5.4.5. Diámetro de tallo (mm):

La medición se realizó simultáneamente en los mismos plantones y tiempos durante la medición de altura y conteo de número de hojas, después del repique y aplicación de bioestimulantes, con la ayuda de un vernier digital y una planilla de registros, se midió a la altura de 15 cm del cuello o base de las plantas de los portainjertos, en total se realizó 9 registros, cada 15 días hasta los 135 días.

5.4.6. Tiempo apropiado para la injertación

Se determinó tomando en cuenta las medidas de diámetro en diferentes periodos, hasta su tamaño recomendado para su injertación, en estudio con los mismos datos registrados para la variable diámetro de tallo (diámetro/tiempo), hasta que presenten un diámetro de tallo >4 mm (Gonzales y Catalino, 2019).

5.4.7. Análisis estadístico

Para los datos obtenidos de cada una de las variables mencionadas, se realizó un Análisis de varianza (ANVA) y pruebas de contraste de Tukey con un nivel de significancia del 1% y 5%, utilizando el software INFOSTAT, También se analizó el Coeficiente de Variación (CV) y el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre pares de variables.

5.4.8. Análisis económico

Para el análisis económico, se utilizó el método de los presupuestos parciales establecidos por CIMMYT (1988) donde indica obtener para cada tratamiento el total de costos que varían y los beneficios netos para determinar la relación del Beneficio/Costo de los tratamientos.

Se tomaron las siguientes variables económicas:

5.4.8.1. Beneficio Bruto (BB)

Es llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado, multiplicado por el precio del producto (CIMMYT, 1988).

$$BB = R * PP$$

Dónde:

BB = Beneficio Bruto (Bs)

R = Rendimiento Ajustado (Bs)

PP = Precio del producto (Bs)

5.4.8.2. Costos Variables (CV)

CIMMYT (1988) determina que los costos variables son los costos relacionados con los insumos comprados y la mano de obra utilizada para la actividad productiva, que varían de un tratamiento a otro, es fundamental tomar consideración de todos los costos relacionados con los insumos afectados por el cambio de tratamiento que son los elementos relacionados con las variables experimentales

5.4.8.3. Beneficio Neto (BN)

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

$$BN = BB - CP$$

Dónde:

BN = Beneficios Netos (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de producción (Bs)

5.4.8.4. Relación de Beneficio Costo (B/C)

Según CIMMYT (1998) la relación de beneficio/costo es la comparación sistemática previa a una inversión, es decir si es factible realizar o rechazar una inversión en un determinado rubro considerando los costos totales de producción y los beneficios brutos a obtenerse, para esto se tiene las siguientes relaciones:

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

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

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

$$B/C = BB / CP$$

Dónde:

B/C = Beneficio Costo (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de Producción (Bs)

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Fase de almacigo

Para esta fase el análisis estadístico ha sido evaluado mediante un análisis estadístico con un diseño de ANVA con un solo factor o simple de 4 tratamientos (DCA). Las variables consideradas para esta fase son: porcentaje de germinación, días a la emergencia, altura de planta y número de hojas.

6.1.1. Porcentaje de germinación

Tabla 19. Porcentaje de germinación a los 31 días después de la siembra de los cuatro portainjertos en estudio

Portainjertos	Total, sembrados	Germinados	Porcentaje de germinación %
Cleopatra	187	181	97 %
Rugoso	187	177	95 %
Volkameriana	187	168	90 %
Carrizo	187	154	82%

En la Tabla 19 se evidencia los porcentajes de germinación de los portainjertos, Mandarina Cleopatra obtuvo el mayor porcentaje de germinación con 97%, seguido del portainjerto Rugoso con 95%, seguido por Volkameriano con 90% y el menor porcentaje de germinación se obtuvo con el portainjerto Carrizo con 82%.

Las semillas que no germinaron se pueden justificar por la humedad y el ataque de enfermedades que provocaron la descomposición de las semillas. Así mismo Quispe (2019) obtuvo el 97% de germinación de semillas para la Mandarina Cleopatra y 95% de germinación para Limón Rugoso lo que nos indica que los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los porcentajes de germinación para estos dos portainjertos.

Veliz (2015) también obtuvo resultados similares en porcentajes de germinación para el Portainjerto Carrizo con 82%, Volkameriano con 91%, Rugoso con 90% y Cleopatra con 87.77 % de germinación, lo que ratifica los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, es decir al haber obtenido porcentajes mayores del 90% al

menos en tres de los portainjertos, es un éxito en las condiciones ambientales donde se realizó el trabajo.

6.1.2. Días a la emergencia

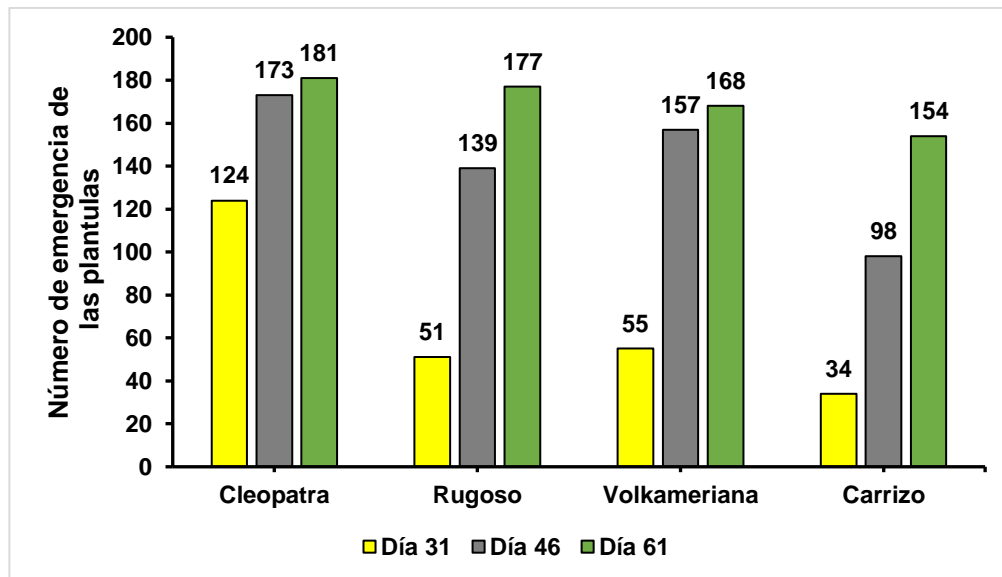


Figura 10. Emergencia de las plántulas

Comparando los datos que se observan en la Figura 11 tomados cada 15 días se obtuvo los siguientes resultados:

A los 31 días después de la siembra se observa una gran diferencia en emergencia de plántulas, donde Mandarina Cleopatra obtuvo 66%, mientras que los demás portainjertos obtuvieron un menor porcentaje, Volkameriano con 29%, Rugoso con 27% y Carrizo con 18%.

Para 46 días después de la siembra de la misma manera la Mandarina Cleopatra obtuvo el más alto número de plántulas emergidas a la superficie con 92%, mientras que los demás Portainjertos también incrementaron, Volkameriano con 84% , Rugoso con 74% y finalmente Carrizo con 52% de plántulas emergidas.

A los 61 días posteriores a la siembra se observó que todas los portainjertos aumentaron en gran cantidad de plántulas emergidas a la superficie, Mandarina Cleopatra, obtuvo 96% , Volkameriano con 90%, Rugoso con 94% y finalmente Carrizo con 82%, prácticamente emergieron el 100% de las semillas sembradas de cada

portainjerto, tomando en cuenta que el total de semillas sembradas para cada portainjerto fue de 187 semillas.

Con los datos registrados se observa que el tiempo de emergencia y germinación varía de acuerdo a cada portainjerto, hubo diferencias en porcentaje de emergencias a los 31 días, y se tuvieron semejanzas a partir de los 46 a 61 días, determinando que el portainjerto Carrizo obtuvo el porcentaje más bajo de plántulas emergidas.

Al respecto Veliz (2015) obtuvo el 94,38% de emergencia con el portainjerto Volkameriano; 93,75% para la Mandarina Cleopatra; 93,13% para Limón Rugoso y 88,75% para el portainjerto Carrizo, de la misma manera obtuvo que el portainjerto carrizo es el que tiene menor porcentaje de germinación y emergencia. Así mismo Sandoval y Curti (2011) indican que la emergencia de las plantas de cítricos ocurre entre 15 y 35 días después de la siembra, dependiendo de la especie de portainjerto utilizado.

6.1.3. Altura de planta (cm)

Tabla 20. Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 41 y 56 días después de la siembra

TRAT.	Portainjerto	Evaluación cada 15 días	
		41	56
T1	Volkameriano	3,63 - A	4,03 - A
T2	Cleopatra	3,94 - B	4,85 - B
T3	Carrizo	5,39 - C	5,6 - C
T4	Rugoso	3,61 - A	4,03 - A
p-valor Portainjerto		<0,0001**	<0,0001**
CV		19,87	28,79

(**) = Altamente significativo

Mediante el análisis de varianza se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes tipos de portainjerto para la variable altura en (cm) medida a los 56 días posteriores a la siembra, al haberse obtenido un valor de $p < 0,01$ ($p = < 0,0001$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable altura entre los diferentes tipos de portainjerto (Tabla 20).

De acuerdo al coeficiente de variación (CV= 28,79%) se observa que hubo un manejo adecuado de las unidades experimentales.

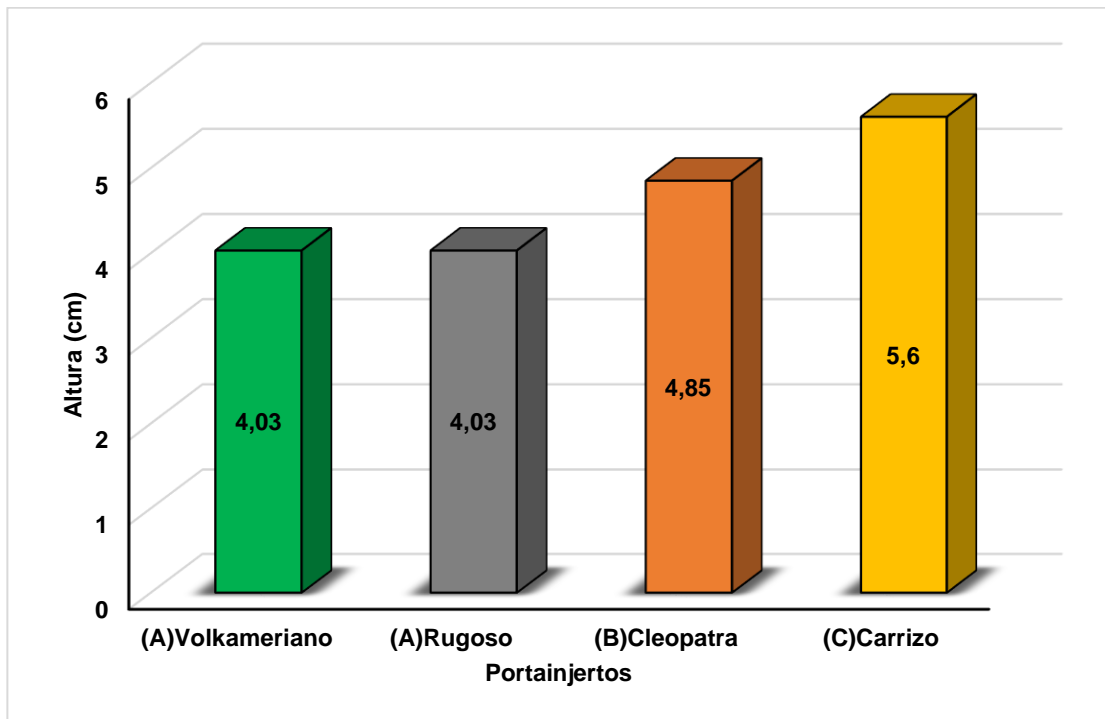


Figura 11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 56 días después de la siembra

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan (Figura 12) a una probabilidad de 0,05% se obtuvo que el portainjerto Carrizo presentó el mayor promedio con 5,6 cm , seguido por Cleopatra con 4,85 cm, en cuanto al menor promedio, lo obtuvieron los portainjertos Rugoso con 4,03 cm y volkameriano con 4,03 cm de altura.

Al respecto Veliz (2015) obtuvo resultados de altura en fase de almaciguera, portainjerto Volkameriano con 8,85 cm, seguido por Carrizo con 8,06 cm, Rugoso con 7,91cm y finalmente Cleopatra que alcanzo la altura mínima de 6,38 cm, de la misma forma obtuvo que el portainjerto Carrizo alcanzo mayor altura en cuanto a la mandarina cleopatra y limón rugoso.

6.1.4. Número de hojas

Tabla 21. Análisis de varianza para número de hojas de planta a los 41 y 56 días después de la siembra

TRAT.	Portainjerto	Evaluación cada 15 días	
		41	56
T1	Volkameriano	1,48 - A	1,84 - A
T2	Cleopatra	1,5 - A	2,13 - A
T3	Carrizo	1,88 - A	2,17 - B
T4	Rugoso	1,47 - B	1,82 - B
p-valor Portainjerto		<0,0001**	<0,0001**
CV		11,01	9,65

(**) = Altamente significativo

Mediante el análisis de varianza se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes tipos de portainjerto para la variable número de hojas, medida a los 41 y 56 días posteriores a la siembra, al haberse obtenido un valor de $p < 0,01$ ($p = < 0,0001$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable número de hojas entre los diferentes tipos de portainjerto (Tabla 21).

De acuerdo al coeficiente de variación ($CV = 9,65\%$) se observa que hubo un manejo adecuado de las unidades experimentales.

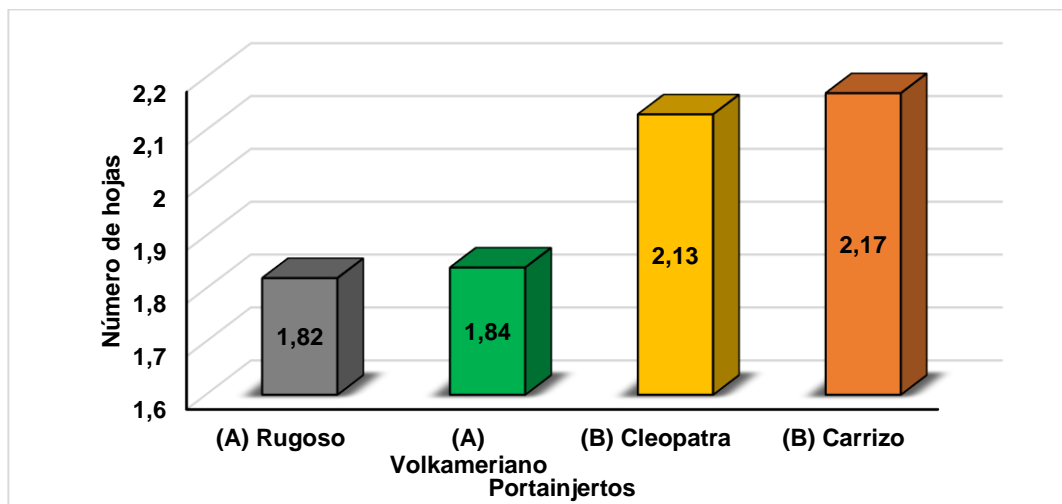


Figura 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número promedio de hojas de planta a los 56 días de siembra

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan (Figura 13) a una probabilidad de 0,05% se obtuvo que el portainjerto Carrizo presentó el mayor promedio con 2,17 (hojas/planta) seguido por Cleopatra con 2,13 (hojas/planta) que no difieren estadísticamente entre sí, a su vez difieren significativamente de los portainjertos Volkameriano y Rugoso que obtuvieron los menores promedios con 1,84 y 1,82 (hojas/planta), respectivamente.

Veliz (2015) determina que el portainjerto Carrizo obtiene la mayor cantidad de hojas más antes que los portainjertos Rugoso, Volkameriano y Cleopatra en fase de almaciguera. Al igual que los resultados obtenidos en la presente investigación, por lo tanto, se determina que el portainjerto Carrizo tiene un desarrollo acelerado en fase de almaciguera.

6.2. Fase de evaluación en plantines después del trasplante

Esta fase consiste en la evaluación de las variables agronómicas de altura de planta, diámetro y número de hojas, la evaluación se realizó de 15 a los 135 días después del repique, el análisis estadístico utilizado fue con arreglo bifactorial.

6.2.1. Altura de planta (cm)

Tabla 22. Análisis de varianza general para la altura de planta (cm)

Factores			Evaluación de altura promedio de planta (cm) cada 15 días								
TRA T.	Portainjerto	Bioestimulante	15	30	45	60	75	90	105	120	135
T1	Volkameriano	Biol	5,19	7,42	8,24	10,14	11,90	17,31	23,15	26,59	31,07
T2	Volkameriano	Té de humus	4,33	5,97	6,61	8,01	10,68	14,47	27,67	31,63	40,51
T3	Volkameriano	<i>Trichoderma</i>	4,21	6,20	7,10	9,71	11,92	17,61	23,89	28,53	35,71
T4	Volkameriano	Testigo	4,26	6,31	7,20	9,07	11,40	18,15	22,91	34,91	43,77
T5	Cleopatra	Biol	5,39	6,89	8,01	8,93	10,31	13,85	20,20	26,51	35,89
T6	Cleopatra	Té de humus	4,07	5,59	6,31	7,39	8,75	12,11	18,55	23,95	28,65
T7	Cleopatra	<i>Trichoderma</i>	4,89	6,31	7,39	8,40	10,36	13,95	19,62	24,57	31,03
T8	Cleopatra	Testigo	4,41	5,67	6,43	7,34	8,23	9,90	16,15	24,64	28,91
T9	Carrizo	Biol	6,25	7,27	7,91	8,68	9,80	13,63	18,66	28,17	31,79
T10	Carrizo	Té de humus	6,47	7,30	7,43	8,25	8,77	11,35	16,44	23,07	28,83
T11	Carrizo	<i>Trichoderma</i>	6,37	7,41	7,60	8,27	9,15	12,91	18,33	23,46	28,89
T12	Carrizo	Testigo	5,31	6,83	7,51	8,07	8,45	11,37	16,93	24,64	32,17
T13	Rugoso	Biol	4,16	6,57	7,42	10,58	13,46	19,60	25,90	32,12	39,25
T14	Rugoso	Té de humus	4,23	6,15	7,17	9,59	11,47	16,14	23,99	29,03	34,95
T15	Rugoso	<i>Trichoderma</i>	4,59	6,31	7,24	9,27	11,37	16,81	27,81	35,35	41,98
T16	Rugoso	Testigo	3,75	5,97	7,31	10,67	13,03	19,17	26,19	32,35	43,92
p-valor Portainjerto			<0,0001**	0,0613	0,6758	0,031*	0,0012**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0009**	<0,0001**
p-valor Bioestimulante			0,0533	0,1812	0,1825	0,3612	0,3921	0,151	0,7574	0,8522	0,2238
p-valor Portainjerto*Bioestimulante			0,5328	0,9663	0,9608	0,9649	0,9621	0,6535	0,8814	0,4728	0,0445*
R ²			0,68	0,33	0,23	0,34	0,45	0,62	0,54	0,49	0,66
CV			14,69	15,65	15,68	19,42	20,09	18,51	20,32	18,24	13,43

En la Tabla 22 se reporta los mayores promedios de la altura de planta hasta los 135 días después del repique para los tratamientos T4 (Volkameriano, Testigo) con 43,77 cm y T16 (Rugoso, Testigo) con 43,92 cm seguido por el T15 (Rugoso, *Trichoderma*) con 41,98 cm y T2 (Volkameriano con Té de humus) con 40,51 cm. En cuanto las menores alturas, corresponden al T6 (Cleopatra, Té de humus) con 28,65 cm.

Tabla 23. Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Portainjerto	825,95	3	275,32	12,57	<0,0001**
Bioestimulante	100,97	3	33,66	1,54	0,2238 NS
Interacción	443,10	9	49,23	2,25	0,0445*
Error	700,61	32	21,89		
Total	2070,62	47			

NS= No significativo; (**)= Altamente significativo; (*)= significativo

Mediante el análisis de varianza se observa que si existen diferencias estadísticas altamente significativas para el factor A sobre tipos de portainjerto y estadísticamente significativa para la interacción (portainjerto*bioestimulante), para la variable altura, medida a los 135 días después del repique, al haberse obtenido un valor de $p < 0,01$ ($p=0,0001$) para el factor A y $p < 0,05$ ($p=0,0445$) para la interacción, por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable altura entre los diferentes tratamientos (Tabla 23).

Para el factor B (tipo de bioestimulante) mediante el análisis de varianza se obtuvo que no existen diferencias estadísticas significativas, habiéndose obtenido un valor de $p > 0,05$ ($p=0,2238$). Al respecto Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que de este depende el desarrollo del cultivo, la no significancia de los bioestimulantes aplicados puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta.

Guarachi (2018) concluye que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos como Te de humus y Biol tienen mejores resultados al aplicarse en dosis mayores al 60% es decir, a dosis más elevada se tiene mejores resultados. Clavijo (2017) también indica que, la aplicación al 75% de los bioestimulantes es la más recomendable. Por tal motivo la no significancia de los bioestimulantes de la presente investigación se puede justificar por la dosificación utilizado.

De acuerdo al coeficiente de variación obtenido (CV=13,43%) se encuentra por debajo del 30%, lo que nos indica que hubo un manejo adecuado de las unidades experimentales (Calzada, 1970).

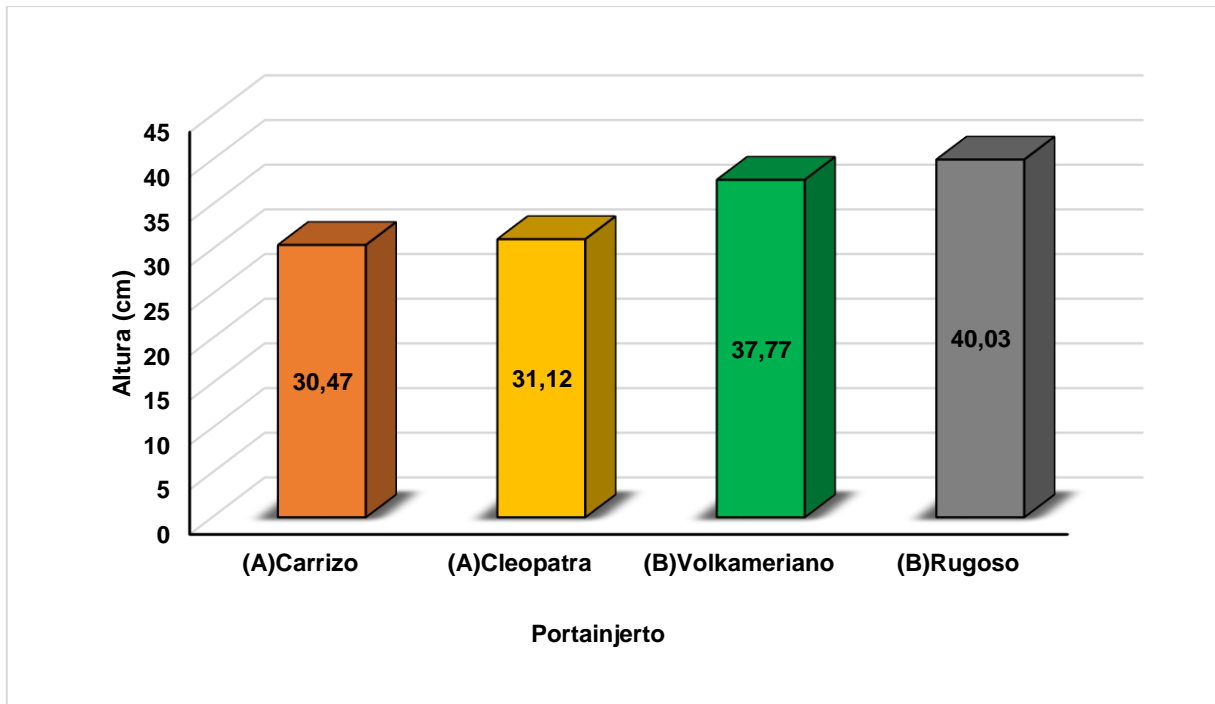


Figura 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 135 días, según portainjertos en estudio

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan (Figura 14) a una probabilidad de 0,05% se observa con respecto a la altura de planta el mayor promedio correspondió a los portainjertos Rugoso con 40,03 cm y Volkameriano con 37,77 cm, que no difieren estadísticamente entre sí, pero si difieren estadísticamente de Cleopatra y Carrizo que obtuvieron los promedios más bajos con 31,12 y 30,47 cm respectivamente.

Una observación interesante es que en fase de almácigo el Carrizo tenía la mayor altura, pero para la fase de final, el Carrizo obtuvo la menor altura, por tanto pudo haber un efecto de los bioestimulantes en el portainjerto Rugoso, porque en la fase final obtuvo la mayor altura y el mayor diámetro.

Al respecto Villema (2014) concluye que el limón Volkameriano es el portainjerto más vigoroso y alcanza con las características adecuadas para injertar antes que Citrange carrizo y citrumelo swingle.

Tabla 24. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 135 días, según tratamientos en estudio

TRAT.	INTERACCION	MEDIA (cm)	DUNCAN 5%
T6	Cleopatra/Té de humus	28,65	A
T10	Carrizo/Té de humus	28,83	A
T11	Carrizo/ <i>Trichoderma</i>	28,89	A
T8	Cleopatra/Testigo	28,91	A
T7	Cleopatra/ <i>Trichoderma</i>	31,03	AB
T1	Volkameriano/Biol	31,07	AB
T9	Carrizo/Biol	31,79	ABC
T12	Carrizo/Testigo	32,17	ABC
T14	Rugoso/Té de humus	34,95	ABCD
T3	Volkameriano/ <i>Trichoderma</i>	35,71	ABCDE
T5	Cleopatra/Biol	35,89	ABCDE
T13	Rugoso/Biol	39,25	BCDE
T2	Volkameriano/Té de humus	40,51	CDE
T15	Rugoso/ <i>Trichoderma</i>	41,98	DE
T4	Volkameriano/Testigo	43,77	DE
T16	Rugoso/Testigo	43,92	E

Mediante la prueba de Duncan al 5% (Tabla 24) y el análisis de varianza (Tabla 23), se obtuvo que para la interacción de los factores A y B existen diferencias significativas. En la Tabla 24 se observa que el mayor promedio de altura a los 135 días fue obtenido por el tratamiento Rugoso/Testigo con 43,92 cm, que difiere estadísticamente del conjunto de tratamientos T6, T10, T11 y T8, los cuales no difieren entre sí y cuentan con los menores promedios.

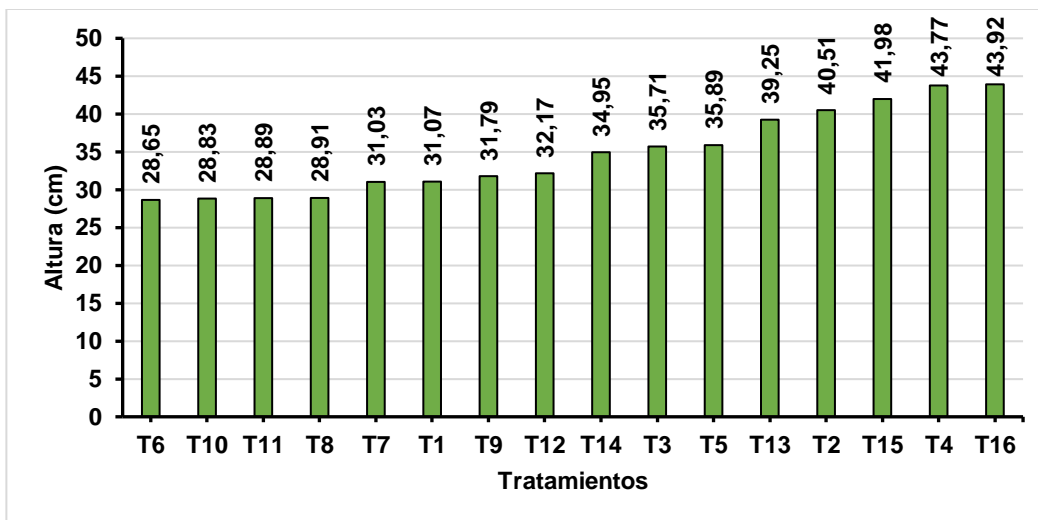


Figura 14. Altura promedio de planta (cm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes, según tratamientos en estudio

En la Figura 15 y Tabla 24 se observa la prueba de medias de los tratamientos, que el T16 (Rugoso, Testigo), obtuvo el mayor promedio con 43,92 cm, seguido por el T4 (Volkameriano, Testigo) con 43,77 cm, T5 (Cleopatra, Biol) con 35,89 cm y por ultimo seguido por el T12 (Carrizo, Testigo) con 32,17 cm, que difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo al mayor promedio en la influencia de los bioestimulantes en los cuatro portainjertos.

Considerando los resultados obtenidos (Tabla 24) de acuerdo a la variable altura, los tratamientos con las variedades Rugoso, Volkameriano y Carrizo en interacción con el testigo obtuvieron los mayores valores excepto el portainjerto Cleopatra que obtuvo el mayor valor en interacción con Biol, tomando en cuenta los resultados de la variable diámetro (Tabla 25) los tratamientos según los portainjertos en interacción con los bioestimulantes, en caso de Rugoso el mayor valor se obtuvo con Biol y el valor más bajo con el testigo, Volkameriano mayor valor con *Trichoderma* y menor valor con Biol y Testigo, Carrizo mayor valor con Biol y valor más bajo con *Trichoderma* en caso de Cleopatra el mayor valor obtuvo con Te de humus y el valor más bajo con el Testigo. Por lo tanto, los valores más bajos en diámetro se obtuvieron en interacción con el testigo y los mayores valores en la variable altura en interacción con el testigo, por lo que los bioestimulantes influenciaron de manera independiente con los diferentes portainjertos en la variable altura.

Al respecto Medina (1992), menciona que los nutrientes de los bioestimulantes orgánicos tienen una acción directa en el desarrollo de las plantas, en los procesos químicos – fisiológicos, junto al nitrógeno, potasio y fósforo que influyen en el desarrollo de la planta.

Diaz (2009) menciona que los bioestimulantes pueden catalogarse como auxiliares del mantenimiento fisiológico de la planta ya que proveen de múltiples compuestos en pequeñas cantidades a largo plazo, mejorando los mecanismos de absorción de nutrientes de las plantas.

Quispe (2019) obtuvo resultados similares en altura de planta de los portainjertos donde el Limón rugoso obtuvo los mejores resultados con la influencia de diferentes tamaños de bolsa para el sustrato en cuanto a los portainjertos Cleopatra y Citrumelo swingle, a los 120 días posteriores al repique.

Pumayalla (2017) obtuvo resultados similares para la altura promedio de planta (cm) obteniendo también resultados no significativos al comparar el efecto de los bioestimulantes (kelpak, genox silicio, Proma T-lina y testigo) cuando se aplican en los portainjertos Limón Rugoso y Volkameriano, por tal motivo se afirma que el Limón Rugoso, así como el Limón Volkameriano, son variedades del grupo de los cítricos de muy buena adaptación a diversos tipos de suelo y ambiente en los que se cultiva.

6.2.2. Diámetro de tallo (mm)

Tabla 25. Análisis de varianza general para el diámetro de tallo

TR AT.	Portainjerto	Bioestimulante	Evaluación de diámetro de planta (mm) cada 15 días								
			15	30	45	60	75	90	105	120	135
T1	Volkameriano	Biol	1,51	1,79	2,17	2,55	2,75	3,58	4,01	4,82	5,17
T2	Volkameriano	Té de humus	1,48	1,67	2,06	2,38	2,69	3,35	4,65	5,44	5,65
T3	Volkameriano	<i>Trichoderma</i>	1,42	1,74	1,95	2,45	2,82	3,62	4,6	5,37	5,69
T4	Volkameriano	Testigo	1,66	1,77	1,81	2,38	2,67	3,25	4,01	5,16	5,29
T5	Cleopatra	Biol	1,8	1,85	2	2,35	2,49	3,15	3,61	4,09	4,25
T6	Cleopatra	Té de humus	1,6	1,68	1,98	2,33	2,49	2,86	3,64	4,08	4,45
T7	Cleopatra	<i>Trichoderma</i>	1,41	1,52	1,84	2,16	2,32	2,8	3,37	4,11	4,27
T8	Cleopatra	Testigo	1,47	1,51	1,75	2,03	2,26	2,74	3,25	3,94	3,94
T9	Carrizo	Biol	1,95	2,05	2,61	2,78	3,01	3,61	4,27	5,02	5,4
T10	Carrizo	Té de humus	2,08	2,16	2,47	2,8	2,99	3,59	4,19	4,93	5,17
T11	Carrizo	<i>Trichoderma</i>	1,99	2,09	2,4	2,74	2,97	3,48	4,21	5,02	5,16
T12	Carrizo	Testigo	1,8	1,95	2,26	2,54	2,85	3,36	4,17	5,16	5,31
T13	Rugoso	Biol	1,72	1,75	1,89	2,27	2,65	3,57	4,22	5,19	5,68
T14	Rugoso	Té de humus	1,58	1,69	1,98	2,36	2,59	3,5	4,19	5,16	5,44
T15	Rugoso	<i>Trichoderma</i>	1,79	1,83	2,11	2,43	2,7	3,45	4,53	5,26	5,56
T16	Rugoso	Testigo	1,49	1,52	1,77	2,18	2,52	3,45	4,29	5,33	5,3
p-valor Portainjerto			<0,0001**	<0,0003**	<0,0001**	<0,0004**	<0,0008**	<0,0002**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**
p-valor Bioestimulante			0,5123	0,0968	0,089	0,2229	0,6386	0,2986	0,3695	0,8481	0,5913
p-valor Portainjerto*Bioestimulante			0,0322*	0,8424	0,9506	0,9723	0,9987	0,9844	0,602	0,9383	0,7899
R2			0,75	0,54	0,57	0,5	0,43	0,51	0,6	0,64	0,7
CV			10,1	11,36	12,69	10,94	11,38	10,44	9,74	9,48	8,45

En la Tabla 25, se puede evidenciar que todos los tratamientos excepto los tratamientos en interacción con la Mandarina Cleopatra, obtuvieron el diámetro óptimo de injertación mayor a 4 mm a los 105 días, con la aplicación de los diferentes bioestimulantes siendo el mayor promedio el T3 (Volkameriano con Té de humus).

También se observa que a los 120 días todos los tratamientos obtuvieron el diámetro óptimo para la injertación, a la altura de 10 cm de la base del cuello de la planta.

Tabla 26. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes

F. V.	SC	Gol	CM	F	p-valor
Portainjerto	12,86	3	4,29	22,98	<0,0001 **
Bioestimulante	0,36	3	0,12	0,65	0,5913 NS
Interacción	1,00	9	0,11	0,60	0,7899 NS
Error	5,97	32	0,19		
Total	20,19	47			

(**) = Altamente significativo; NS= No significativo

El análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta medida en (mm), a los 135 días posteriores a la aplicación de bioestimulantes después del repique mostró diferencias estadísticas altamente significativas para el factor A tipo de portainjerto al haberse obtenido un valor de $p < 0,01$ ($p < 0,0001$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable diámetro entre los diferentes tipos de portainjerto (Tabla 26).

Para el factor B (tipo de bioestimulante) y para la interacción (portainjerto *bioestimulante) mediante el análisis de varianza se obtuvo que no existen diferencias estadísticamente significativas, habiéndose obtenido un valor de $p > 0,05$ ($p = 0,5913$) para el tipo de bioestimulante y un valor de $p > 0,05$ ($p = 0,7899$) para la interacción.

De acuerdo al coeficiente de variación ($CV = 8,45\%$) se observa que hubo un manejo adecuado de las unidades experimentales y que los datos obtenidos son confiables.

Al respecto Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que de este depende el desarrollo del cultivo, la no significancia de los bioestimulantes aplicados puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta. Restrepo (2001) señala que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos deben aplicarse con intervalos de 10 días.

Guarachi (2018) concluye que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos como Te de humus y Biol tienen mejores resultados al aplicarse en dosis mayores al 60% es decir, a dosis más elevada se tiene mejores resultados. Clavijo (2017) también indica que, la aplicación al 75% de los bioestimulantes es la más recomendable. Por tal motivo la no significancia de los bioestimulantes de la presente investigación se puede justificar por la dosificación utilizado abajo del 10%.

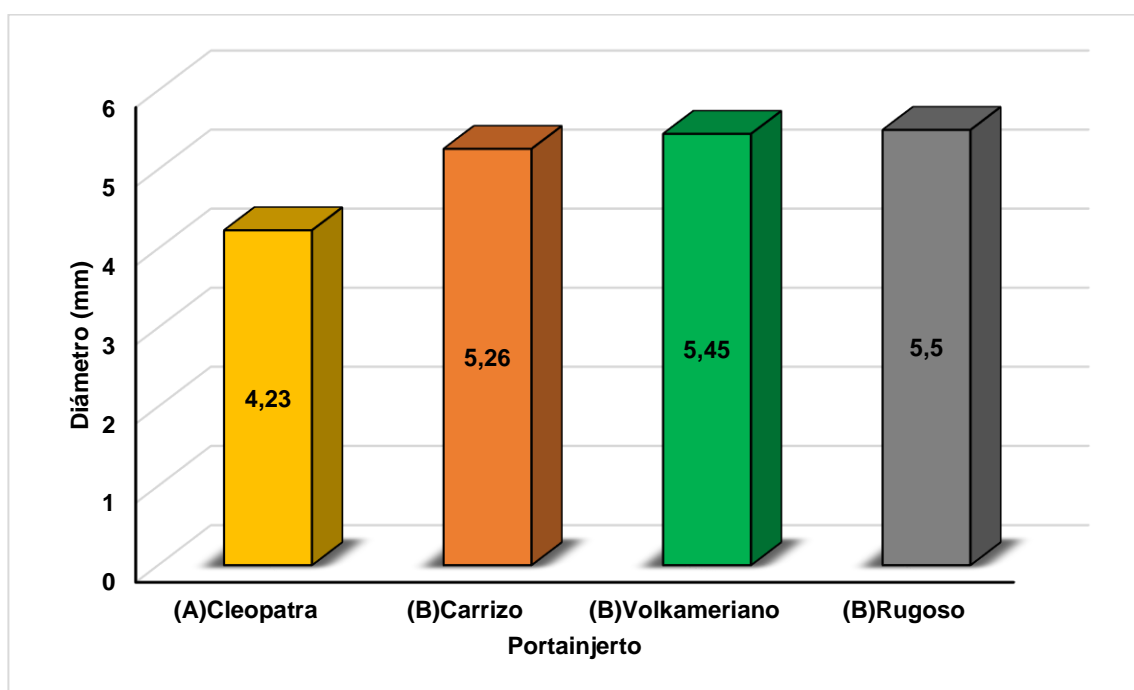


Figura 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para diámetro promedio de tallo de planta (mm) a los 135 días, según portainjertos en estudio

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan Figura 16 a una probabilidad de 0,05% con respecto al diámetro de tallo el mayor promedio correspondió al portainjerto Rugoso con 5,5 mm, Volkameriano con 5,45 mm y Carrizo con 5,26 mm, que no difieren estadísticamente entre sí para la variable diámetro, a su vez estos portainjertos si difieren estadísticamente del portainjerto Cleopatra que obtuvo el menor promedio de diámetro con 4,23 mm.

En cuanto al diámetro (mm), para Muñoz et al. (2014), es la característica de calidad más importante porque permite predecir la supervivencia de la planta en campo y definir la robustez del tallo, por tanto, se asocia al vigor y supervivencia de la planta.

También, Mexal y Landis (1990) mencionan que plantas con un diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas, en función a la especie. Para los mismos autores, las características morfológicas: altura y diámetro de tallo, proporcionan la mejor estimación del rendimiento de las plántulas después del trasplante; y el diámetro es el mejor indicador de supervivencia. De esta forma, los portainjertos Rugoso con 5,5 mm, Volkameriano con 5,45 mm y Carrizo con 5,26 mm cumplen con las mejores características morfológicas.

Al respecto Villema (2014) concluye que el limón volkameriana es el portainjerto más vigoroso y alcanza con las características adecuadas para injertar antes que Citrange carrizo y citrumelo swingle.

Gonzales y Catalino (2019) mencionan que aproximadamente de 6 a 8 meses las plantas se encuentran en perfectas condiciones para ser injertadas con un diámetro del tallo de aproximadamente de 0,4 a 0,5 mm a la altura de 15 a 20 cm del suelo. Sin embargo, Valentini (2003) menciona que la injertación en los portainjertos de cítricos se las realiza en aquellos que presentan un diámetro de 5 a 8 mm, a 10 cm de altura sobre el nivel del suelo.

LLamoca (2017) obtuvo resultados similares en cuanto a la influencia de aplicación de los bioestimulantes Proma T- Lina en diferentes dosis aplicando en los portainjertos Volkameriano y Rugoso, donde determina que los bioestimulantes no tuvieron efectos significativas, es decir que los portainjertos Rugoso y Volkameriano tienen muy buena adaptación en el ambiente en la que se cultiva y alcanzan rápidamente su desarrollo para la injertación, resultados que también se demostraron en la presente investigación.

6.2.3. Número de hojas

Tabla 27. Análisis de varianza general de número de hojas

TRA T.	Portainjer to	Bioestimu lante	Evaluación de número de hojas cada 15 días								
			15	30	45	60	75	90	105	120	135
T1	Volkameri ano	Biol	3,73	4,67	6,13	7,2	7,73	11,47	17	26,2	36,13
T2	Volkameri ano	Té de humus	2,87	3,73	4,93	6,93	7,93	10,07	18,8	29,2	39,4
T3	Volkameri ano	<i>Trichoder ma</i>	2,8	3,87	5,67	7,2	8	11,13	15,07	24,67	34,53
T4	Volkameri ano	Testigo	2,73	3,4	4,6	6,53	7,73	11,8	15,6	25,2	35,33
T5	Cleopatra	Biol	4,47	5	6,73	7,47	9,4	12,73	17,87	27,87	36,27
T6	Cleopatra	Té de humus	4,53	5,07	6,73	7,8	9,13	12,6	17,6	27,73	36,67
T7	Cleopatra	<i>Trichoder ma</i>	4	4,67	6,53	7,53	9,87	12,87	19	28,73	39,33
T8	Cleopatra	Testigo	3,87	4,47	5,87	7,27	8,47	11	16,2	26,07	35,93
T9	Carrizo	Biol	5,13	5,93	7,07	8,33	9,93	13,27	16,53	26,27	36,13
T10	Carrizo	Té de humus	5,13	5,8	6,33	7,27	8,67	11,13	15,07	24,93	34,27
T11	Carrizo	<i>Trichoder ma</i>	4,87	5,67	6,07	7	8,93	11,87	16,33	26,2	35,73
T12	Carrizo	Testigo	4,8	6,13	6,73	7,4	8,73	11,33	16,4	26,73	36
T13	Rugoso	Biol	3,27	4,33	5,87	7,8	9,73	13,27	18,13	28,07	36,93
T14	Rugoso	Té de humus	3,2	4,33	6,07	7,8	9,07	12,6	21,2	30,67	41
T15	Rugoso	<i>Trichoder ma</i>	3,27	3,8	5	6,47	8,2	11,8	21,87	32,73	41,2
T16	Rugoso	Testigo	2,6	3,67	5	7,4	8,3	13,6	18,8	28,07	37,2
p-valor Portainjerto			<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,6328	0,0393*	0,1143	0,0038**	0,0133*	0,0267*
p-valor Bioestimulante			0,0453*	0,2054	0,0196*	0,5189	0,5497	0,4617	0,5083	0,4812	0,3271
p-valor Portainjerto*Bioestimulante			0,8541	0,8169	0,2806	0,9309	0,8723	0,6971	0,5182	0,4837	0,2942
R2			0,79	0,69	0,63	0,19	0,33	0,33	0,46	0,43	0,44
CV			14,52	14,91	11,33	15,89	14,03	14,11	17,12	10,83	7,6

En la Tabla 27 se observa el análisis de varianza de los datos que se registraron cada 15 días para la variable número de hojas por planta después del repique hasta los 135 días. Se evidencia el mayor número de hojas se obtuvo con el T14 (Rugoso, Té de humus) con 41 hojas/planta y T15 (Rugoso, *Trichoderma*) con 41,2 hojas/planta. En cuanto al menor número de hojas obtenido corresponde al T10 (Carrizo, Té de humus) con 34,27 hojas/planta.

Tabla 28. Análisis de varianza para número de hojas a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes

F. V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Portainjerto	83,00	3	27,67	3,50	<0,0267 *
Bioestimulante	28,39	3	9,46	1,20	0,3271 NS
Interacción	89,96	9	10,00	1,26	0,2942 NS
Error	253,25	32	7,91		
Total	454,60	47			

(*) = Significativo; NS= No significativo

Según el análisis de varianza se observa que existen diferencias estadísticas significativas para el factor A sobre tipos de portainjerto para la variable número de hojas, medida a los 135 días posteriores al repique y aplicación de bioestimulantes al haberse obtenido un valor de $p < 0,05$ ($p = <0,0267$), por tanto, se rechaza la hipótesis nula que indica la existencia de una igualdad de medias para la variable número de hojas entre los diferentes tipos de portainjerto (Tabla 28).

Para el factor B (tipo de bioestimulante) y para la interacción (portainjerto *bioestimulante) mediante el análisis de varianza se obtuvo que no existen diferencias estadísticamente significativas, habiéndose obtenido un valor de $p > 0,05$ ($p = 0,3271$) para el tipo de bioestimulante y un valor de $p > 0,05$ ($p = 0,2942$) para la interacción.

Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que de este depende el desarrollo del cultivo, la no significancia de los bioestimulantes aplicados puede estar influenciada por no cubrir los requerimientos de la planta. De la misma forma Restrepo (2001) señala que la aplicación de los bioestimulantes orgánicos deben aplicarse con intervalos de 10 días, porque la influencia de los bioestimulantes es de manera progresiva.

De acuerdo al coeficiente de variación ($CV = 7,6\%$) se observa que hubo un manejo adecuado de las unidades experimentales y que los datos obtenidos son confiables.

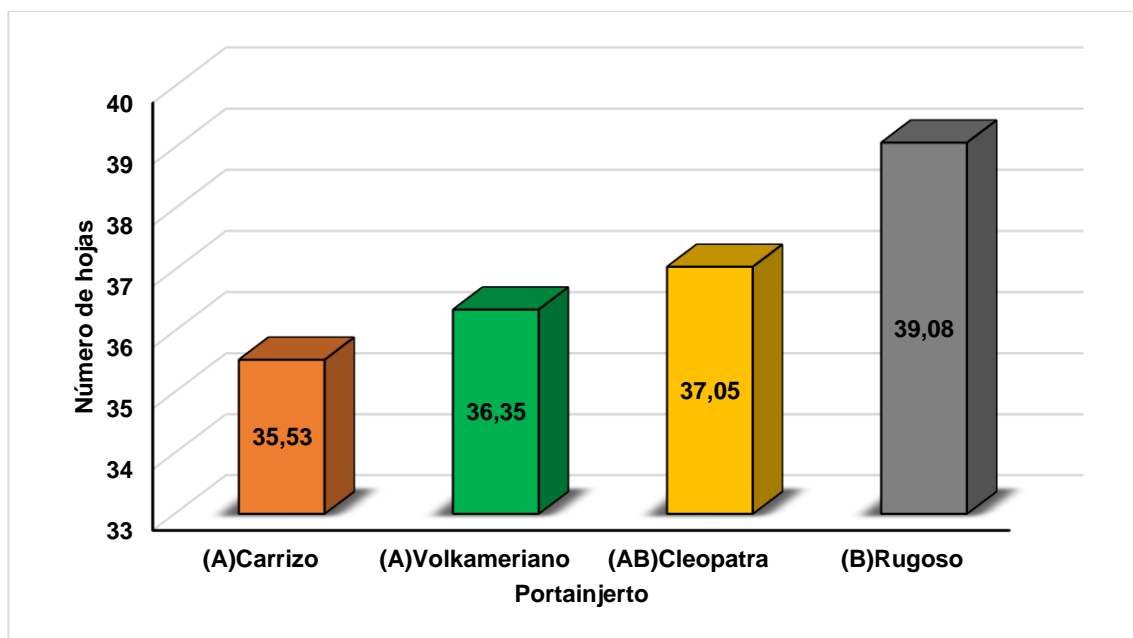


Figura 16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número promedio de hojas de planta a los 135 días, según portainjertos en estudio

Mediante el análisis de comparación de medias de Duncan (Figura 17) a una probabilidad de 0,05% con respecto al número de hojas el mayor promedio correspondió al portainjerto Rugoso con 39,08 (hojas/planta), que no difiere estadísticamente del portainjerto Cleopatra con 37,05 (hojas/planta), pero si se diferencia significativamente del portainjerto Volkameriano con 36,35 (hojas/planta) y Carrizo con 35,53 (hojas/planta) que obtuvieron los promedios más bajos en la obtención de hojas por planta.

Al respecto Pumayalla (2017) determina que el Limón Rugoso, así como el Limón Volkameriano, son cultivos del grupo de los cítricos de muy buena adaptación a diversos tipos de suelos y ambiente en la que se cultiva, tolerando los pesados y salinos.

6.3. Tiempo apropiado para la injertación

Tabla 29. Análisis de varianza general para el diámetro de tallo, según portainjerto

Portainjerto	Datos de diámetro (mm) de los portainjertos cada 15 días								
	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Volkameriano	1,54 A	1,71 A	2,00 A	2,44 A	2,73 BC	3,45 B	4,32 B	5,20 B	5,45 B
Cleopatra	1,57 A	1,62 A	1,89 A	2,22 A	2,39 A	2,89 A	3,47 A	4,06 A	4,23 A
Carrizo	2,06 B	1,96 B	2,43 B	2,72 B	2,95 C	3,51 B	4,21 B	5,03 B	5,26 B
Rugoso	1,65 A	1,60 A	1,94 A	2,31 A	2,62 AB	3,49 B	4,31 B	5,23 B	5,50 B
p-valor	<0,0001 **	<0,0003 **	<0,0001 **	<0,0004 **	<0,0008 **	<0,0002 **	<0,0001 **	<0,0001 **	<0,0001 **

En la Tabla 29 se observa el mayor diámetro de tallo según los portainjertos hasta los 135 días, además el análisis de varianza para los datos registrados cada 15 días, resultaron ser altamente significativos en todas sus mediciones, por lo tanto, los portainjertos evaluados tuvieron un desarrollo disperejo durante su evaluación.

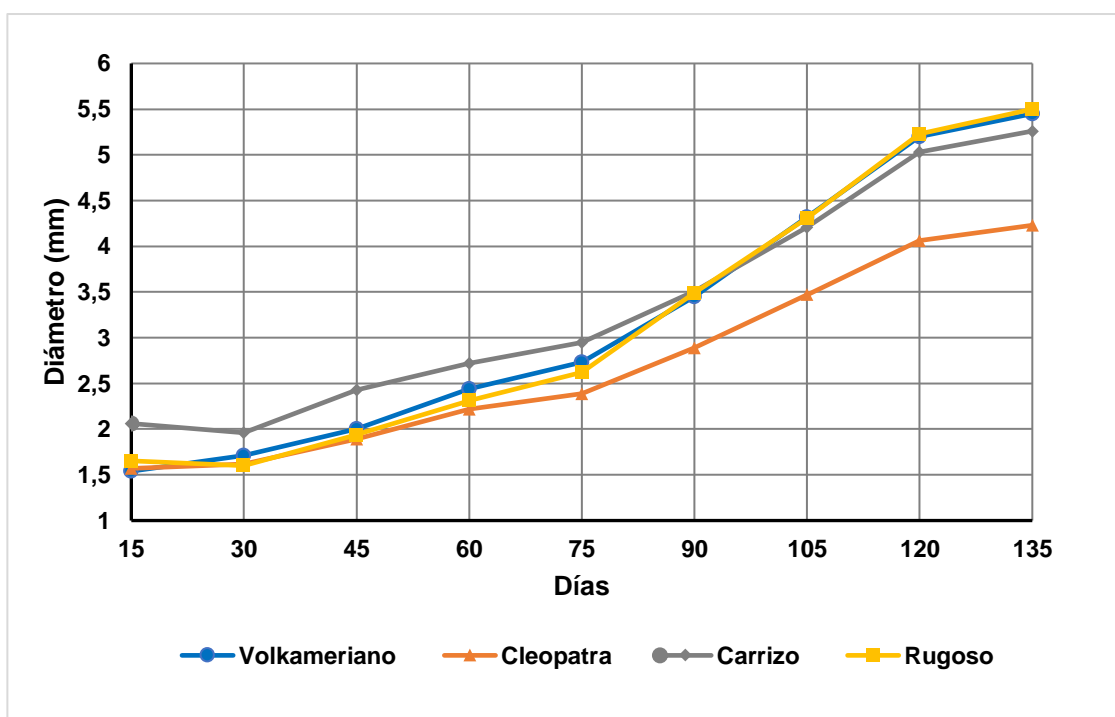


Figura 17. Tiempo para obtener el diámetro apropiado para la injertación, según portainjertos en estudio

En la Figura 18 y Tabla 29 se evidencia que el diámetro adecuado para la injertación se obtuvo a los 105 días posteriores al repique con los portainjertos Rugoso (4,31 mm), Volkameriano (4,32 mm) y Carrizo con (4,21 mm), además que resultaron ser

estadísticamente iguales entre sí, diferenciándose estadísticamente del portainjerto Mandarina Cleopatra que tardó en alcanzar el diámetro apropiado para la injertación a los 120 días. Para los 4 tipos de portainjertos se observa una tendencia lineal de incremento del diámetro de tallo.

Por lo tanto, los portainjertos que tardan menos tiempo en obtener las características de diámetro adecuado mayor a 4 mm para la injertación, corresponde a los portainjertos Volkameriano, Limón Rugoso y Carrizo a los 105 días. Al respecto Gonzales y Catalino (2019) mencionan que aproximadamente de 6 a 8 meses las plantas se encuentran en perfectas condiciones para ser injertadas con un diámetro del tallo aproximadamente de 0,4 a 0,5 mm a la altura de 15 a 20 cm del suelo.

Villema (2014) concluye que el limón Volkameriana es el portainjerto más vigoroso y alcanza con las características adecuadas para injertar antes que Citrange carrizo y citrumelo swingle. De la misma forma Pumayalla (2017) determina que el Limón Rugoso, así como el Limón Volkameriano, son cultivos del grupo de los cítricos de muy buena adaptación a diversos tipos de suelos y ambiente en la que se cultiva, tolerando los pesados y salinos.

7. ANÁLISIS ECONOMICO

Se considera muy importante realizar el análisis económico debido a que nos proporciona informaciones económicas como, la relación Beneficio/Costo, que es uno de los indicadores más utilizados al momento de realizar un balance e interpretación de resultados y también para informar los beneficios que se puede obtener en términos de rentabilidad económica.

7.1. Beneficio bruto

El beneficio bruto como se observa en la Tabla 33 se calcula multiplicando por el precio de los plantines de cítricos por la cantidad de plantines existentes en cada tratamiento que se tiene en la investigación, cabe recalcar que la investigación tiene 16 tratamientos y 30 plantines por cada tratamiento, el precio de venta por plantan 3 bolivianos.

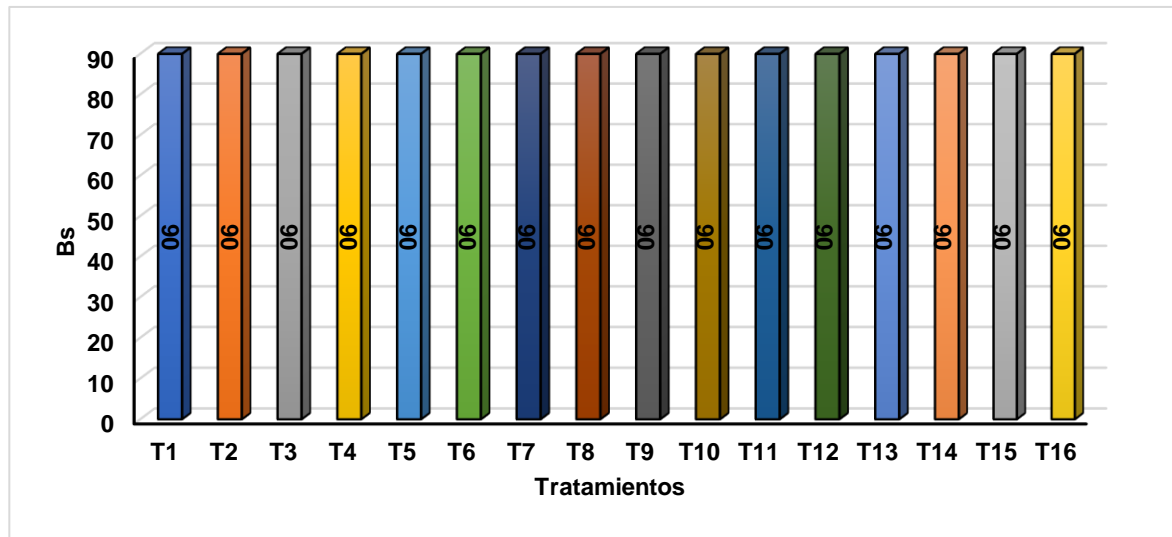


Figura 18. Análisis del beneficio bruto

En la Figura 19 se observa que el beneficio bruto para cada tratamiento son iguales, debido a que por tratamiento se tomó 30 plantines de portainjertos, que tiene un costo de 3 Bs por cada plantin en bolsita sin ser injertados.

7.2. Costos variables

Los costos variables son los costos relacionados con los insumos utilizados y total mano de obra por tratamientos. En la Tabla 30 se detallan todos los costos variables que se tuvieron durante la evaluación de la investigación.

Tabla 30. Registro de los costos variables

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
A. COSTOS VARIABLES				
1. Mano de obra				
Cosecha de frutos	Jornal	1/2	35	35

Obtención de semillas	Jornal	1/2	35	35
Siembra	Jornal	1	70	70
Riego	Jornal	1	70	70
Labores culturales	Jornal	1	70	70
Aplicación de bioestimulantes	Jornal	1	70	70
Preparación de biol	Jornal	1/2	35	35
Preparación té de humus	Jornal	1/2	35	35
SUB TOTAL MANO DE OBRA				420
2. Insumos				
Semilla de Cleopatra	Gramos	17	0.09	1.53
Semilla de volkameriano	Gramos	14	0.09	1.26
Semilla de carrizo	Gramos	33	0.09	2.97
Semilla de limón rugoso	Gramos	18	0.09	1.62
Té de humus	ml	3200	0.006	19.2
Biol	ml	2560	0.006	15.4
Té de estiércol	ml	800	0.006	4.8
Bolsa de plástico	Unidad	480	0,15	72
<i>Trichoderma</i>	Gramos	192	0.30	57.6
Fungicida Ridomil	Gramos	80	0,1	8
Sustrato	Caretilla	7	4	28
SUB TOTAL INSUMOS				212.4
COSTOS TOTAL DE PRODUCCION				632.4
IMPREVISTOS (10%)				63.2
TOTAL				695.6

Los costos de los bioestimulantes se determinó, tomando en cuenta el proceso y los costos de los ingredientes que se aplicaron para su preparación, además se encuentra a la venta en la feria del Municipio de Palos Blancos, el litro de cualquier bioestimulante orgánico a 6 bolivianos.

Tabla 31. Análisis económico por tratamientos

ITEM	N/PLANTAS	P/VENTA	C/TOTAL	B/BRUTO	B/NETO	B/C
T1	30	3	38,4	90	51,6	1,72
T2	30	3	38,7	90	51,3	1,71
T3	30	3	42,3	90	47,7	1,59
T4	30	3	37,1	90	52,9	1,76
T5	30	3	38,43	90	51,57	1,72
T6	30	3	38,73	90	51,27	1,71
T7	30	3	42,33	90	47,67	1,59
T8	30	3	37,13	90	52,87	1,76
T9	30	3	38,55	90	51,45	1,72
T10	30	3	38,85	90	51,15	1,71
T11	30	3	42,45	90	47,55	1,59
T12	30	3	37,25	90	52,75	1,76
T13	30	3	38,44	90	51,56	1,72
T14	30	3	38,74	90	51,26	1,71
T15	30	3	42,34	90	47,66	1,59
T16	30	3	37,14	90	52,86	1,76

Fuente: (CIMMYT, 1988)

En la tabla 31 se muestra el resumen de los resultados obtenidos de beneficio bruto, beneficio neto y relación del beneficio costo, para todos los tratamientos.

7.3. Beneficio neto

Es el valor de todos los beneficios de la producción de ingreso bruto obtenido menos los costos totales de producción de cada tratamiento. El beneficio neto es el paso que nos permite visualizar la ganancia neta que se tuvo después de la venta del producto restado el costo de producción total.

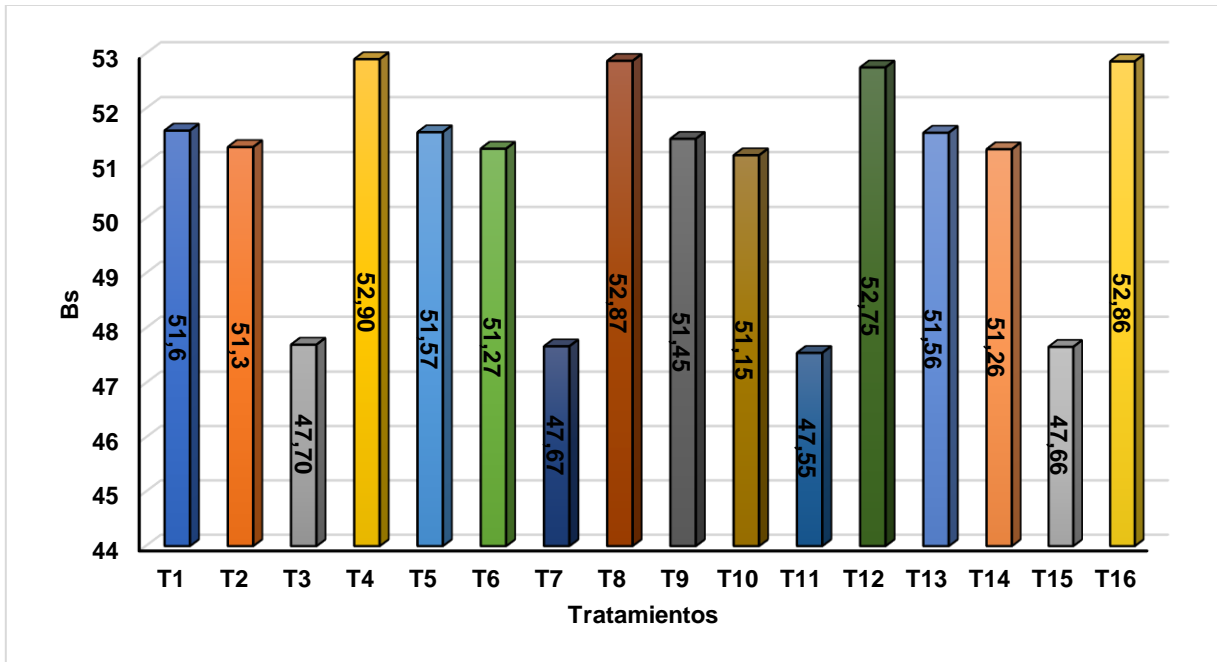


Figura 19. Análisis de beneficio neto

Los tratamientos T4, T8, T12 y T16 obtuvieron el mejor beneficio neto, seguido por los tratamientos T1, T2, T5, T6, T9, T10, T13 y T14 y el más bajo beneficio neto se obtuvo con los tratamientos T3, T7, T11 y T15 esto se debe al costo de *Trichoderma* ya que los beneficios netos más bajos corresponden a los tratamientos donde se aplicaron con *Trichoderma* (Figura 20) con base a los datos de la Tabla 31.

7.4. Beneficio/costo

Es la relación que existe entre el beneficio bruto sobre el costo variable.

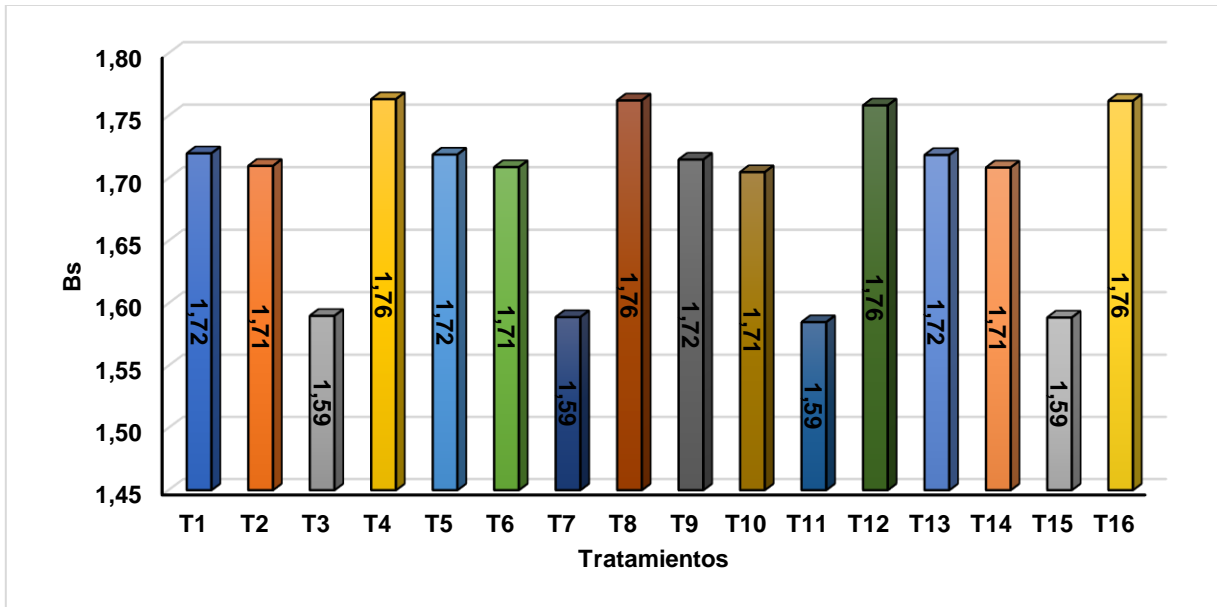


Figura 20. Análisis de Beneficio/Costo

Según la Figura 21 con base a la Tabla 31 muestra que todos los tratamientos tienen valores mayores a 1 lo cual indica que son rentables. El T4, T8, T12 y T16 en interacción con el testigo obtuvieron el mejor beneficio/costo de 1.76 Bs. Lo que indica que por cada 1 boliviano que se invierte se recupera 0.76 bolivianos, los tratamientos (T1, T2, T5, T6, T9, T10, T13 Y T14) aplicados con Té de humus y Biol obtuvieron valores promedios de 1.72 y 1.71 en cuanto al menor valor obtenido en beneficio/costo corresponde a los tratamientos T3, T7, T11 y T15 aplicados con *Trichoderma*, sin embargo, si está por encima de los rangos de rentabilidad.

Analizando los costos variables indica, que la producción de portainjertos con la aplicación de los bioestimulantes orgánicos estudiados es rentable ya que no existe pérdidas en ninguno de los tratamientos más al contrario se tienen ganancias.

8. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del trabajo de investigación se tienen las siguientes conclusiones:

En cuanto a la germinación de las semillas de los portainjertos se logró la germinación a los 31 y 45 días, 97% en mandarina cleopatra, 95% limón rugoso, 90% volkameriano y en Citrange carrizo, el porcentaje más bajo de germinación del 82%. También se determina que el portainjerto carrizo tarda más tiempo en germinar a diferencia de los demás portainjertos.

En relación al comportamiento de las variables evaluadas: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas se concluye que los bioestimulantes aplicados *Trichoderma*, Té de humus y Biol no tuvieron influencias estadísticas significativas, lo cual se justifica por la dosis aplicada que fueron menores al 10% ya que las dosis recomendadas para la aplicación de los bioestimulantes orgánicos son mayores al 60% como se describe en las discusiones de los resultados.

Según los portainjertos evaluados el mayor promedio de altura se obtuvo con los portainjertos Limón Rugoso con 40,03 cm y Volkameriano con 37,77 cm. El mayor promedio de diámetro se obtuvo con el portainjerto Limón Rugoso (5,5 mm), Volkameriano (5,45 mm) y Carrizo con (5,26 mm) que no difieren estadísticamente entre sí y presentan las mejores condiciones de sobrevivencia en campo. Respecto al mayor promedio de número de hojas se obtuvo con los portainjertos Limón Rugoso con 39,08 (hojas/planta) y Mandarina Cleopatra que presentó 39,05 (hojas/planta). Así mismo se concluye el portainjerto Limón Rugoso obtuvo los promedios más altos en las tres variables evaluadas seguido por el portainjerto Volkameriano. Por esta razón, ambos portainjertos tienen un buen comportamiento en vivero en comparación de los demás.

Referente al portainjerto que obtuvo en el menor tiempo las características adecuadas de diámetro para la injertación, mayor a 4 mm a la altura de 15 cm del suelo. Se obtuvo a los 105 días después del repique en los portainjertos Limón Rugoso con 4,31 mm, Volkameriano con 4,32 mm y Carrizo con 4,21 mm. Además, que resultaron ser

estadísticamente iguales entre sí, por lo tanto, los tres portainjertos tardan el mismo tiempo en obtener las características de diámetro para ser injertadas.

El análisis económico nos mostró que la mejor relación beneficio/costo corresponde a los tratamientos (T4, T8, T12 y T16) en interacción con el testigo siendo su relación de 1.76, los valores intermedios corresponde a los tratamientos (T1, T5, T9, T13) con 1,72 en interacción con biol y (T2, T6, T10 y T14) con 1.71 en interacción con Te de humus, en cambio el menor valor para la relación Beneficio/Costo correspondió a los tratamientos T3, T7, T11 y T15 en interacción con *Trichoderma*, siendo su relación de 1.59. De tal manera, en todos los tratamientos se obtuvieron valores mayores a 1, lo cual indica que su producción es rentable.

9. RECOMENDACIONES

Los resultados de la investigación dan a recomendar lo siguiente:

Utilizar semilla seleccionada de plantas con buenas características para obtener plantones homogéneos de buen desarrollo y germinación.

Los resultados del presente estudio permitieron obtener plantines aptos para la injertación en menores períodos de tiempo, en comparación a la producción que se realiza de plantines a raíz desnuda, por lo que se recomienda efectuar la producción de plantines bajo el sistema de producción en bolsas, dado que de igual forma se obtiene rentabilidad y en menores períodos de tiempo.

Realizar diferentes estudios que utilicen los bioestimulantes té de humus y biol en dosis mayores para conocer el efecto en la producción de plantines de cítricos, con base a los resultados obtenidos en la presente investigación, además de evaluar su rentabilidad.

Es necesario realizar nuevos estudios que incluyan diferentes dosis y tiempos de inoculación del sustrato con *Trichoderma* en la producción de plantines de cítricos.

Evaluar la comparación de la aplicación de los bioestimulantes biol, Té de humus y *Trichoderma*, vía foliar y al sustrato.

Tomar en cuenta los portainjertos Volkameriano, Limón Rugoso y Carrizo ya que demostraron un buen comportamiento en vivero con un menor tiempo de desarrollo de las características requeridas para la injertación.

Finalmente se recomienda darle seguimiento a la presente investigación, tanto desde la injertación hasta la producción de frutos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvares, C. C. (2020). Evaluación de la eficacia de los métodos de mini injertos hendidura, t invertida y yema terminal en la propagación de plantas de naranja valencia (*Citrus sinensis* (L.) os Beck.) (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrícolas).

Aguilar, S. (2016). Efecto de té de humus y biol como fertilizante foliar en el cultivo de col de bruselas (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*), La Paz – Bolivia.

Ávalos-Cerdas, J. M., & Villalobos-Monge, A. (2018). Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales. *Agronomía mesoamericana*, 29(1), 101-111.

Alvarez, F. (2010) Preparación y Uso del Biol. Biblioteca Nacional del Peru:2010-02444 <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Njc0.pdf>

Alexandra, V. (2007). El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo-guía práctica para los campesinos en el bosque seco. Perú y Ecuador. p. 35

Agustí, (2003). CITRICULTURA. 2ª Edición revisada y ampliada. España - Madrid - México: Ediciones Mundi – Prensa

Beñateña, H. Y Anderson C. (1972) Clasificación Botánica de los Citrus Cultivados. Bol.Tec.Nº 1. EEA INTA Concordia, E.R., Argentina https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap1.pdf

Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). Primera Edición. Ed: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas Para América Latina (RAP-AL). República Dominicana. p. 28

Cartagena, Y. (2002). Abonos líquidos caseros para mejoramiento de rendimientos de plantas hortícolas. Argentina – Buenos Aires. 21 p.

Cadena, F. A., Ticona, C., & Mamani, E. (2021). Manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*) del banano (*Musa acuminata*) con la aplicación de la *Trichoderma* (*Trichoderma harziarum*). *Apthapi*, 7(3), 2242-2246.

Cítrico. (2019, abril 18). EcuRed,. Consultado el 06:26, mayo 25, 2021 en <https://www.ecured.cu/index.php?title=C%C3%ADtrico&oldid=3350186>

Cocoonhumus (2015). Humus líquido de lombriz. Ficha técnica. Queretaro, Mexico. www.cocoonhumus.com.mx

Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Trichoderma* spp. Para el control biológico de enfermedades. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Paraguay.

COMSA, (2020, 13 de enero). El biol nuestro mejor aliado. <https://www.comsa.hn/el-biolnuestromejoraliado/>

Carhuancho, F. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de Biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola. XIX Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XIX- SPES), Puno, 11, 12 -17. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1769>

Calzada, J. (1970). *Métodos Estadísticos para la investigación*. Lima – PE. Editorial Jurídica. 640 p.

Castro, M., Fassio, C., & Darrouy, N. (2008). Portainjertos de aguacate en Chile. *Horticultura Internacional*, 62, 42-46.

Cavallo, A. R., Novo, R. J. Y Perez, M. A. (2005). Eficiencia de fungicidas en el control de la flora fúngica transportada por semillas de mani (*Arachis hipogea* L.) en la argentina.

Calvo, G. K. M. (2018). Caracterización morfológica de dieciséis portainjertos de cítricos en vivero, Macamango-Santa Ana–La Convención.

CATIE (2005). Centro Agronómico Tropical de la Investigación y Enseñanza Agroforestería Alto Beni y Cultivo. La Paz, BO. 12 p.

CIMMYT (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.

Cadena, M. (2014). Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinacea*

oleracea L), bajo ambiente protegido. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía. P. 75.

Cabos, S. J., Bardales V. B. C. (2019). Evaluación de las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa* 25 (3)

Cerezo, F. (2014) Texto Guía Producción de Cítricos. Fundación Educación para el Desarrollo FAUTAPO.

Díaz, D. (2009). Biorreguladores Vs bioestimulantes, una gran diferencia. Investigación y Desarrollo. México: Ediciones Agroenzimas.

Esprella, M. y Lira, M. (2012). Producción de biofertilizante a partir de residuos orgánicos mediante la implementación de un sistema biodigestor para la aplicación sobre cultivos en parcela. (Tesis de pregrado). Instituto Universitario de Tecnología, Venezuela.

ECURED. (2014). *Trichoderma* spp. Obtenido de Conocimiento con todos y para todos: http://www.ecured.cu/index.php/Trichoderma_spp.

Elbers, J. (1995) Estudios de suelos en la zona de colonización de Alto Beni. La Paz, BO 25, 37, 69 p.

Factor humus. (2020). Humus de lombriz. <https://www.factorhumus.com/humus-de-lombriz/>

Fome-Valero, J. B. (1985). Características de los patrones de agrios tolerantes a Tristeza. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura I Pesca. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias Moneada (Valencia), España.

Fisher, G. (1990) "Control biológico", disponible en: [http://www.Bmag .go./biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora](http://www.Bmag.go./biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora)

Gonzales, L. y Catalino, C. (2019) Guía Técnica Cultivo de Cítricos. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf

Garavello, M. F., Beltran, V. M., & Kornowski, M. V. (2019). *Catálogo de portainjertos cítricos*. Ediciones INTA.

García, M.L. (2010) Manual técnico para la citricultura de Chanchamayo -Proyecto Especial Pichis Palcazu.

GAMPB. (2013) Diagnóstico productivo. Palos Blancos, Sud Yungas: Plan de desarrollo municipal (PDM).

Guarachi, Q. M. A. (2018). Evaluación del efecto de biol y te de humus de lombriz como fertilizante en el desarrollo del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*), bajo ambiente atemperado en el centro experimental de Cota Cota. Tesis. Facultad de Agronomía.

Groundex (2015) Como utilizar fungicida Ridomil Gold para proteger las plantas de un complejo de enfermedades. Disponible en: <https://groundex-es.woman365pro.com/bolezni-i-vrediteli/ridomil-gold-31372/>

Hernandez, Z. D. (1991) Guia tecnológica cultivo de citricos. Ministerio de Agricultura y Ganaderia Region Huetar Norte.

INE. (2017). Mandarina y naranja principales cultivos cítricos en Bolivia. <https://www.ine.gob.bo/index.php/mandarina-y-naranja-principales-cultivos-citricos-en-bolivia/>

IBTA – E.E.S (1996). Manejo de huertos de cítricos. Instituto de Tecnología Agropecuaria “Informe Anual” Estación Experimental Sapecho. Alto Beni. La Paz, Bolivia. 1 - 4 pp.

Jeronimo, A. H. (2007). Solarizacion de suelos para el control de malezas, hongos y nematodos, causantes de enfermedades y reducción del rendimiento en cultivos agrícolas. Pdf. Centro de investigacion en Quimica Aplicada.

Kawalekar, J. S. (2013). Role of biofertilizers and biopesticides for sustainable agriculture. *J. Bio Innovat.* 2: 73-78. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0187-5779202100010010700020&lng=en

Lombritec (2019). Receta fácil de humus de lombriz liquido. <https://lombritec.com/como-hacer-humus-de-lombriz-liquido/>

LLamoca, V. M. A. (2017). Efecto de la aplicación de tres dosis PROMA T-LINA en el proceso para la obtención de plantones en *Citrus jambhiri* (limón rugoso) Y *Citrus volkameriana* (limón volkameriano) aptos para la injertación de *Citrus aurantifolia* (limón sutil).

Morales, C. G. (2017) Manual del Manejo Agronómico del Arándano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-arandanos-pdf?sfvrsn=0>

Medina, A. (1992). El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.

Mexal, J. G., & Landis, T. D. (1990, August). Target seedling concepts: height and diameter. In *Proceedings, western Forest nursery association* (pp. 13-17).

Muñoz, H. J. M.; Saéñz, J. T.; Coria, V. M.; García, J. J. M.; Hernández, J. R. y Manzanilla, G. E. Q. (2014). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6 (27), 72-89.

Oliveira, R. P. *et al.* (2008). Porta-enxertos para citros. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 45 p.

Pumayalla, A. M. (2017). Aplicación de tres bioestimulantes, en el proceso para la obtención de plantones de *Citrus jambhiri* (Limón rugoso) Y *Citrus volkameriana* (Limón volkameriano) aptos para la injertación de *Citrus sinensis* (Naranja) Var. "Washington navel". Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes.

Patrones cítricos. (2019, julio 23). EcuRed,. Consultado el 07:27, mayo 25, 2021 en https://www.ecured.cu/index.php?title=Patrones_c%C3%ADtricos&oldid=3472297.

Quispe, G. (2019). Influencia del tamaño de bolsas en el crecimiento y desarrollo de patrones de cítricos en el vivero de la E.P. Ingeniería Agroforestal – Pichari, Cusco. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Quino, M. (2003). Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.

Redagricola. (2017). Beneficios del extracto líquido de humus de lombriz para activar el suelo. <https://www.redagricola.com/cl/beneficios-del-extracto-liquido-de-humus-de-lombriz-para-activar-el-suelo/>

Ramírez, V. C. A. (2015) Utilización de *Trichoderma Spp* y humus líquido (Trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* (Alfalfa) y su efecto en los rendimientos productivos. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba (Ecuador).

Restrepo, J. (2001). Elaboracion de abonos organicos fermentados y biofertilizantes foliares IICA. San José, Costa Rica. Pp. 1-46, 155.

Ridomil Gold (2018). Fungicida sistémico. Recuperado de <http://www.Syngenta.com>.

Sánchez, R. C. (2003). Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Perú: Ediciones RIPALME

Sandoval, R. Curtí D. S. (2011). Produccion de plantulas de calidad de cítricos.México.[Internet].Availablefrom:<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3175/ProducciondePlantadeCalidaddeCitricos.pdf>

Suarez, B. S. (2012) Características de patrones de cítricos con interés para Canarias <http://anuariosatlanticos.casadecolon.com/index.php/GRANJA/article/view/9850/9346>

Saunt, J. (1991). Variedades de Citricos del Mundo. Edición 1.

Valentini, G. (2003). La injertación en frutales. Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria. Primera Edición.

Villanueva, M, E. D. (2016). Efecto de biol y te de humus de lombriz como fertilizante en el desarrollo del cultivo de repollo chino (*Brassica pekinensis*) en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia).

Veliz, A. W. (2015). Evaluación agronómica en fase de vivero de cuatro especies de porta injerto en cítricos (*Citrus sp.*) en la Estación Experimental de Sapecho, La Paz (No. CIDAB-T-SB369-V4e). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia).

Vicente, R. (2001). Guía Metodológica de Diseños Experimentales Facultad de Ingeniería Agronómica. Bolivia.

Villema, M. (2014) “Evaluar el efecto de la malformación de la raíz en el crecimiento de tres portainjertos de cítricos en vivero” México pág. 4-6

ANEXOS

Anexo 1. Analisis físico químico del sustrato inicial

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	30	Bouyoucos
	Limo	%	51	
	Arcilla	%	19	
	Clase Textural	-	Franco Limoso	
Densidad Real		g/cm ³	2.258	Picnómetro
Densidad Aparente		g/cm ³	1.051	Probeta
Humedad gravimétrica		%	7.5	Ollas a presión de Richards
Humedad Volumétrica		%	7.88	Ollas a presión de Richards
Porosidad		%	53.45	Probeta; Picnómetro
pH en H₂O relación 1:5		-	6.1	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	0.67	Potenciometría
Acidez Intercambiable (Al+H)		meq/100g S.	0.44	Volumetría
Magnesio intercambiable		meq/100g S.	3.14	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Potasio intercambiable		meq/100g S.	1.90	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total		%	0.35	Kjendahl
Materia orgánica		%	5.77	Walkley y Black
Carbono Orgánico		%	3.35	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	41.60	Espectrofotometría UV-Visible Bray-Kurtz

Fuente: LAFASA (2021)

El análisis del sustrato utilizado para el repique de los portainjertos del área de vivero se lo realizó en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas (LAFASA) evidenciado (Anexo 1).

Tomando en cuenta las instrucciones de Chilón (1996) para la interpretación de los resultados, según las propiedades físicas se tiene un suelo franco limoso y según las propiedades químicas, se tiene alto contenido de materia orgánica con 5,77%, alto contenido de nitrógeno total con 0,35%, alto contenido de fósforo disponible con 41,60 ppm, alto contenido de potasio intercambiable de 3,14 meq/100 g S. y un pH ligeramente ácido de 6,1.

Anexo 2. Análisis químico de los bioestimulantes

Bioestimulantes	Nitrógeno	Potasio	Fosforo	Calcio	Magnesio
Té de humus	165 mg/L	200 mg/L	53 mg/L	40 mg/L	10 mg/L
Biol	300 mg/L	200 mg/L	20 mg/L	230 mg/L	0 mg/L

Fuente: Autor (2022)

Para determinar los nutrientes de los bioestimulantes se utilizó un analizador de nutrientes grow master, marca (HANNA) con serie HI 83225 propiedad de la Estación Experimental Sapecho (Anexo 3). En el (Anexo 2) se puede evidenciar los nutrientes presentes en los bioestimulantes aplicados. Se observa que el biol contiene mayor concentración de nitrógeno y calcio respecto al té de humus, en cuanto al contenido de potasio se obtuvieron las mismas concentraciones, en cantidad de fósforo y calcio la mayor concentración resulta con el té de humus respecto al biol

Cabos y Bardales (2019) indican que los valores nutricionales de los biopreparados varían significativamente según los tipos de materiales que se utilizan en su proceso para la obtención del bioestimulante orgánico, además mencionan que hasta el día de hoy no se han reportado trabajos donde se comparen las concentraciones de Nitrógeno, Fosforo y Potasio de estos efluentes, es por eso que no se puede comparar los resultados obtenidos con otras fuentes.

Anexo 3. Analizador de nutrientes utilizado para los bioestimulantes



Anexo 4 Fotografías de campo



Extracción de las semillas



Semillas de los portainjertos evaluados



Construcción de la almaciguera



Relleno del sustrato en la almaciguera



Instalación de la malla semi sombra



Delimitación por metro cuadrado para cada portainjerto



Siembra de las semillas



Emergencia de plántulas germinadas

Mandarina cleopatra



Volkameriano



Citrango Carrizo



Limón rugoso



Altura de plantas fase de almaciguera



Preparación de bioestimulantes



Embolsado y acomodado del sustrato en el área experimental



Armado y pintado de letreros



Repique y ubicación de letreros



Preparación del bioestimulante *Trichoderma harzianum* para su aplicación



Forma de aplicación de los bioestimulantes



Preparación de biol para su aplicación



Preparación de Té de humus para su aplicación



Riego



Altura de planta a los 135 días después del repique



Diámetro de tallo a los 135 días después del repique
a la altura de 20 cm del cuello de la planta



Labores culturales