



Artículo

Bioestimulantes en portainjertos de cítricos en fase inicial de vivero, Estación Experimental Sapecho – La Paz

Biostimulants in citrus rootstocks in the initial nursery stage, Sapecho Experimental Station - La Paz

*Oscar Mamani Flores, Marcela Daniela Mollericona Alfaro,
Casto Maldonado Fuentes, Carlos Eduardo Choque Tarqui*

RESUMEN:

Un aspecto muy importante y poco estudiado en la producción de cítricos en la región de Alto Beni, son los portainjertos (limón rugoso, volkameriano, citrange carrizo y mandarina cleopatra) en ese sentido se vio necesario evaluar el efecto de la aplicación de diferentes bioestimulantes (biol, té de humus, Trichoderma harzianum) en el desarrollo de los mismos en etapa de vivero, además que por sus diferentes características de desarrollo permitirían determinar el tiempo óptimo para la injertación. El periodo de evaluación abarcó 135 días después del repique en el vivero permanente de la Estación Experimental de Sapecho, el diseño estadístico fue completamente al Azar con dos factores y tres repeticiones, factor A: 4 Portainjertos y factor B: 3 bioestimulantes y un testigo, habiéndose obtenido resultados donde se observa que no hay diferencias significativas con la aplicación de los bioestimulantes para las variables: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y número de hojas, sin embargo se evidenciaron diferencias significativas entre los portainjertos, obteniendo los mayores promedios en las tres variables evaluadas con limón rugoso, volkameriano y carrizo, mostrando que el diámetro óptimo para la injertación debe ser mayor a 4 mm, lo que se alcanza a partir de los 105 días.

PALABRAS CLAVE:

Bioestimulantes, portainjerto, vivero, cítricos, orgánicos

ABSTRACT:

A very important and little studied aspect in citrus production in the Alto Beni region, are the rootstocks (rough lemon, volkameriano, citrange carrizo and cleopatra mandarin) in that sense it was necessary to evaluate the effect of the application of different biostimulants (biol, humus tea, Trichoderma harzianum) in the development of the same in nursery stage, in addition that by their different characteristics of development would allow to determine the optimal time for grafting. The evaluation period covered 135 days after the repotting in the permanent nursery of the Sapecho Experimental Station, the statistical design was completely randomized with two factors and three replications, factor A: 4 rootstocks and factor B: 3 biostimulants and a control, having obtained results where it is observed that there are no significant differences with the application of biostimulants for the variables: plant height (cm), stem diameter (mm) and number of leaves, however, significant differences were evidenced among the rootstocks, obtaining the highest averages in the three variables evaluated with rough lemon, volkameriano and carrizo, showing that the optimum diameter for grafting should be greater than 4 mm, which is reached after 105 days.

KEYWORDS:

Biostimulants, rootstock, nursery, citrus, organic.

AUTORES:

Oscar Mamani Flores: Titulado de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz – Bolivia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2341-202X>; oscarmf22@gmail.com

Marcela Daniela Mollericona Alfaro: Docente Investigadora, Estación Experimental Patacamaya, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz – Bolivia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8243-781X>; marcela.mollericonaalfaro@yahoo.com

Casto Maldonado Fuentes: Docente Investigador, Estación Experimental Sapecho, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz – Bolivia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9540-0362>; casmaf@gmail.com

Carlos Eduardo Choque Tarqui: Docente Investigador, Estación Experimental Sapecho, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz – Bolivia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4825-5283>; eduard.charly@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.53287/kfzw6985hx46r>

Recibido: 07/11/2022. Aprobado: 10/04/2023.



INTRODUCCIÓN

La producción de cítricos en el país, especialmente en la región Yungueña de La Paz, presenta un alto potencial, se extiende también por la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales (Flores *et al.* 2014). Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2017), la macroregión con mayor producción de cítricos es Yungas y Chapare, que representa 66.3% del total nacional, y se cultivan cinco tipos de cítricos: naranja, mandarina, limón, lima y toronja/pomelo, siendo los principales la mandarina y la naranja.

Agustí (2003), aclara que el portainjerto facilita el crecimiento de una determinada variedad en condiciones ecológicas definidas, 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. Restrepo *et al.* (2007) menciona que la selección del mejor patrón representa uno de los problemas más complejos de la fruticultura y las soluciones no podrán ser aplicables, ni siquiera a todas las regiones de un país, debido a las diferentes características de clima y suelo. En el caso de Bolivia, existen escasos estudios vinculados a la evaluación de portainjertos y su desarrollo en condiciones de vivero, especialmente en la región de los Yungas.

A Bolivia se introdujeron 4 portainjertos (Limón Rugoso - *Citrus jambhiri*, Volkameriano - *Citrus olkameriana*, Carrizo - *Citrange carrizo* y mandarina Cleopatra - *Citrus reshni ex Tanaka* a la Estación Experimental de Sapecho en la década de los 80, sin embargo se dio preferencia a la mandarina Cleopatra (Veliz, 2015).

Pumayalla (2017); Veliz (2015) y Quispe (2019), en diferentes estudios, evaluaron el comportamiento de diferentes portainjertos de cítricos en fase de vivero, considerando la importancia de la búsqueda de alternativas que permitan mejorar la producción en esta etapa en la región de los Yungas. Calvo (2018) realizó la caracterización morfológica de dieciséis portainjertos de cítricos en vivero, en Perú.

Los citrangeres son híbridos de *Poncirus trifoliata* y *Citrus sinensis*, obtenidas en California en 1909, siendo los más difundidos Troyer y Carrizo, el primero induce una óptima calidad a los frutos de las variedades injertadas y la calidad del fruto obtenida es excelente, la maduración es adelantada (Oliveira *et al.*, 2008). Citrange Carrizo fue seleccionado a partir de una semilla de citrange Troyer y es tolerante a nemátodos, teniendo una productividad y calidad de los frutos superiores a los frutos que proceden de árboles injertados sobre naranjo amargo (Restrepo *et al.* 2007).

El portainjerto Rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) se cree que es un híbrido natural, con características diferentes a los verdaderos limones y nativo del norte de India, como portainjerto estas plantas dan alta producción de fruta de tamaño grande, pero a menudo con cáscara gruesa y bajo contenido de jugo, además de escasa calidad interna y es recomendado en zonas húmedas, cálidas y con suelos arenosos profundos (Garavello *et al.*, s.f.). Restrepo *et al.* (2007) mencionan que es denominado Citronelle en Sudáfrica y que es un patrón de fácil manejo en vivero.

El Limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasquale) se trata de una especie similar al limón rugoso originarios de la India, es muy vigoroso, está difundido como pie tolerante al mal seco (*Phytophthora*), induce a copas productivas aunque la calidad de fruta es inferior a la de otros patrones (Restrepo *et al.* 2007).

La Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Horti. ex Tanaka) es un patrón que induce a la longevidad y frutos de buena calidad (Restrepo *et al.* 2007). Oliveira *et al.*, (2008), afirma que este portainjerto, originaria de la India, es tolerante a las principales enfermedades; los frutos de esta especie poseen un elevado número de semillas, característica deseable cuando es utilizada como portainjerto y 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.

La región de los Yungas en el departamento de La Paz, carece de investigaciones vinculadas a diferentes portainjertos, siendo la más común Cleopatra. Además, cabe mencionar que el tiempo de desarrollo en vivero es muy largo, 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. Según Gonzáles y Catalino (2019), al cabo de aproximadamente 6 a 8 meses, las plantas se encuentran en perfectas condiciones para ser injertadas con un diámetro del tallo de aproximadamente 0.4 a 0.5 cm a la altura de 15 a 20 cm.

El presente estudio se constituye en la primera descripción del crecimiento y desarrollo de los portainjertos Limón Rugoso (*Citrus jambhire*), Volkameriano (*Citrus volkameriana*), Carrizo (*Citrangue carrizo*) y mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*), en fase inicial de vivero en la región de Yungas.

Esta investigación tuvo como propósito el contribuir al conocimiento de nuevas alternativas para que los citricultores de la región puedan 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 inicial de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La Estación Experimental Sapecho (EES) - UMSA 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. La temperatura oscila entre los 26 a 33 °C, mínima promedio de 19°C, la mínima extrema durante los meses de junio y julio alcanza a 13°C. el regimen de precipitación anual 1600 mm, los meses más lluviosos son de noviembre a marzo.

Material vegetal

Se utilizó semillas de los portainjertos: Limón Rugoso (*Citrus jambhire*), Volkameriano (*Citrus volkameriana*), Carrizo (*Citrangue carrizo*) y mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*), del Germoplasma de la EES, cuyas principales características son las siguientes:

Tabla 1. Principales características de los 4 portainjertos en estudio

Portainjerto	Vigor en el vivero	Porte	Inicio de la producción	Longevidad	Maduración de los frutos	Calidad de los frutos
Citrangero "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

Fuente: Oliveira et al. (2008)

Métodos

El presente estudio es del tipo experimental, cuantitativo, longitudinal y aplicado, contando con las siguientes etapas:

Obtención de la semilla

Las semillas de los diferentes portainjertos fueron obtenidas en la Estación Experimental Sapecho (EES) de las plantas con

mejor porte y producción, posteriormente se realizó la extracción de las semillas y el secado bajo sombra, distribuyéndolas en bolsas plásticas (200 semillas de cada portainjerto).

Construcción de almaciguera y almacigado de semillas

La cama almaciguera se construyó en forma de mesón con material vegetal del lugar,

con un 1 metro de ancho y 5 metros de largo y una altura de 22 cm. para el relleno del sustrato que fue lama del río y tierra del lugar en una relación 2:1. Para la desinfección del sustrato se utilizó el método de solarización. La almaciguera se cubrió con malla semisombra 50/50, tanto el techo como los bordes para evitar el ingreso de insectos perjudiciales.

La siembra se realizó en filas y con 10 cm de separación entre filas, 187 semillas en 1 metro cuadrado para cada portainjerto, posteriormente el riego y las labores culturales se realizaron de acuerdo al crecimiento de malezas y las condiciones medioambientales.

Fase de repique

El sustrato para el repique fue a base de tierra de lugar, arena fina y aserrín en una proporción de 5:3:1 la cantidad necesaria para 480 bolsas de vivero. El repique se realizó a los 65 días después del almacigado lo cual consistió en trasladar las plántulas a las bolsas llenas con el sustrato ordenados bajo vivero, haciendo un hoyo con un palo repicador para poder colocar la plántula. Se repicó 120 plántulas de cada portainjerto, mandarina cleopatra, limón volkameriano, limón rugoso y carrizo. El riego y las labores culturales después del repique se efectuó tomando en cuenta los requerimientos.

Aplicación de bioestimulantes

Los bioestimulantes se aplicaron cada 15 días directamente al sustrato 50 ml por cada plantín, después de 8 días del repique, ya que en ese tiempo las plantas aseguran su prendimiento en las macetas de vivero y están listas para la aplicación de bioestimulantes.

Para la dosis aplicada de *Trichoderma* se tomó en cuenta la dosis utilizada por Cadena *et al.*, (2021) que señala que, para una mochila de 20 litros, se prepara 200 gramos (peso fresco), lo que representa el 100% de concentración, preparando una solución de 6 litros para 120 plantines o macetas.

El biol se aplicó a una concentración del 5%, de acuerdo a la recomendación de Álvarez (2010), la cantidad total de solución requerida fue de 6 litros para 120 plantines, es decir para 20 litros de agua se requiere 1 litro de biol.

El té de humus de lombriz se aplicó a una concentración del 10%, la cantidad total de solución requerida fue de 6 litros para 120 plantines, es decir 100 ml de humus líquido por cada litro de agua.

Toma de datos

Los datos de las variables de estudio se registraron cada 15 días posteriores a la primera aplicación de los bioestimulantes (a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días) hasta obtener el diámetro óptimo para la injertación a la altura de 15 cm del suelo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, siendo el Factor A los 4 tipos de portainjertos, el Factor B, los 3 bioestimulantes y un testigo. Realizando la combinación se obtuvo un total de 16 tratamientos y tres repeticiones, teniendo un total de 48 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 10 plantas, sumando un total de 480 plantas.

Variables de respuesta evaluadas

Fueron las siguientes:

- Altura de planta: La evaluación fue cada 15 días, a partir del repique y la primera aplicación de los bioestimulantes, con el uso de una regla.
- Diámetro de tallo: La medición fue a la altura de 15 cm del suelo en fase de repique y posteriores a la primera aplicación de los bioestimulantes, cada 15 días.
- Número de hojas: El conteo se realizó cada 15 días en fase de repique y posteriores a la primera aplicación de bioestimulantes.
- Tiempo apropiado para la injertación: Se determinó tomando en cuenta las medidas de diámetro adecuado para la injertación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detalla el análisis de varianza para las variables altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y número de hojas, evaluadas cada 15 días para los 16 tratamientos formulados.

Altura de planta (cm)

En la Tabla 2 se detallan los resultados obtenidos para la variable Altura de planta (cm) durante 9 evaluaciones realizadas cada 15 días, por cada tratamiento. Durante la mayor parte de las evaluaciones, se obtuvo diferencias altamente

significativas para el Factor A (Portainjerto), variable Altura de planta ($p < 0.01$), observándose que el crecimiento en altura difiere entre los 4 tipos de portainjertos. Por otro lado, para el Factor B (tipo de bioestimulante), no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) durante todo el período de estudio. A los 135 días se observa que la interacción Portainjerto*Bioestimulante presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (Tabla 3). Por lo que la respuesta de los diferentes tipos de bioestimulante no es independiente del tipo de portainjerto para la variable Altura de planta, existiendo un efecto conjunto o interacción.

Tabla 2. Altura promedio de planta (medida cada 15 días) para los 16 tratamientos en estudio después del repique (65 días después de la siembra)

Factores			Evaluación de la altura promedio de planta (cm) cada 15 días								
Trat.	Porta.	Bioes.	15	30	45	60	75	90	105	120	135
T1	VO	BI	5,19	7,42	8,24	10,14	11,90	17,31	23,15	26,59	31,07
T2	VO	TH	4,33	5,97	6,61	8,01	10,68	14,47	27,67	31,63	40,51
T3	VO	TR	4,21	6,20	7,10	9,71	11,92	17,61	23,89	28,53	35,71
T4	VO	TE	4,26	6,31	7,20	9,07	11,40	18,15	22,91	34,91	43,77
T5	CL	BI	5,39	6,89	8,01	8,93	10,31	13,85	20,20	26,51	35,89
T6	CL	TH	4,07	5,59	6,31	7,39	8,75	12,11	18,55	23,95	28,65
T7	CL	TR	4,89	6,31	7,39	8,40	10,36	13,95	19,62	24,57	31,03
T8	CL	TE	4,41	5,67	6,43	7,34	8,23	9,90	16,15	24,64	28,91
T9	CA	BI	6,25	7,27	7,91	8,68	9,80	13,63	18,66	28,17	31,79
T10	CA	TH	6,47	7,30	7,43	8,25	8,77	11,35	16,44	23,07	28,83
T11	CA	TR	6,37	7,41	7,60	8,27	9,15	12,91	18,33	23,46	28,89
T12	CA	TE	5,31	6,83	7,51	8,07	8,45	11,37	16,93	24,64	32,17
T13	RU	BI	4,16	6,57	7,42	10,58	13,46	19,60	25,90	32,12	39,25
T14	RU	TH	4,23	6,15	7,17	9,59	11,47	16,14	23,99	29,03	34,95
T15	RU	TR	4,59	6,31	7,24	9,27	11,37	16,81	27,81	35,35	41,98
T16	RU	TE	3,75	5,97	7,31	10,67	13,03	19,17	26,19	32,35	43,92
p-valor PO			<0,0001**	0,0613	0,6758	0,031*	0,0012**	<0,0001**	<0,0001**	<0,0009**	<0,0001**
p-valor BI			0,0533	0,1812	0,1825	0,3612	0,3921	0,151	0,7574	0,8522	0,2238
p-valor PO*BI			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

Nota. VO: Volkameriano; CL: Cleopatra; CA: Carrizo; RU: Rugoso; BI: Biol; TH: Te de húmus; TR: *Trichoderma*; TE: Testigo (sin bioestimulante); PO: Portainjerto; BI: Bioestimulante

Los mayores promedios de la altura de planta (cm) a los 135 días después del repique, correspondieron a 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 a la menores alturas, corresponden al T6 (Cleopatra, Té de humus) con 28,65 cm (Tabla 2). Calvo (2018) en su estudio obtuvo a los 120 días después de la siembra, lo equivalente a los 60 días después del repique en el presente estudio

(Tabla 2), los siguientes valores para la altura del tallo: Carrizo (8,25 cm), Cleopatra (8,84 cm), Rugoso (12,71 cm) y Volkameriano (10,03 cm), que son similares a los obtenidos, y para Carrizo, los promedios del presente estudio fueron mayores.

Tabla 3. 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

Según el análisis de varianza Tabla 3 para la altura de planta a los 135 días (última evaluación) se obtuvo resultados para el factor A, altamente significativos, para el factor B no significativo y la interacción resultó ser significativo, con un coeficiente de variación de 13,43%, que se considera aceptable e indica un buen manejo de las unidades experimentales. Veliz (2015) obtuvo a los 40 días después de la siembra, las siguientes alturas: Cleopatra (6,38 cm), Rugoso (7,91 cm), Carrizo (8,06 cm) y Volkameriano (8,85 cm), las cuales se asemejan a los datos obtenidos en la Tabla 2.

Quino (2003), menciona que un cultivo debe tener una buena fertilización ya que de este depende el desarrollo del cultivo, por lo que 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 elevadas se tiene mejores resultados.

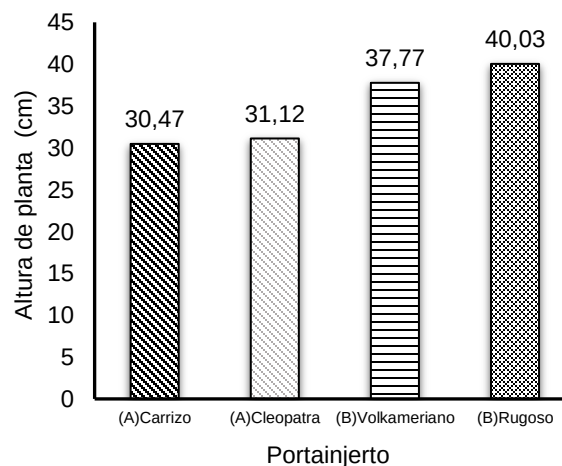


Figura 1. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la altura promedio de planta (cm) a los 135 días después del repique para los diferentes portainjertos en estudio

Con respecto a la altura de planta el mayor promedio corresponde a los portainjertos Rugoso y Volkameriano con 40,03 y 37,77 cm, respectivamente que no difieren estadísticamente entre sí, pero si difieren de los portainjertos Cleopatra con 31,12 cm y Carrizo con 30,47 cm, que obtuvieron los promedios más bajos (Figura 1). Al respecto Quispe (2019) obtuvo

resultados similares en altura de planta de los portainjertos donde el Limón Rugoso obtuvo los mayores valores 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. Calvo (2018) a los 240 días después de la siembra, es decir 40 días adicionales al evaluado en el presente estudio, obtuvo como alturas: Carrizo (60.38 cm), Cleopatra (56.88 cm), Rugoso (49,93 cm) y Volkameriano (49,71 cm). Resultados diferentes fueron obtenidos por Pumayalla (2017), que evaluó el efecto de cuatro bioestimulantes (Kelpak, Genox Silicio, Proma T-Lina) en dos portainjertos (Rugoso y Volkameriano), observando diferencias significativas entre los bioestimulantes; por otro lado, también observó la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre ambos portainjertos (Figura 1).

Por otro lado, Maldonado (2010) también obtuvo mayores alturas promedio para el portainjerto Cleopatra en comparación al Volkameriano, difiriendo de lo obtenido en el presente experimento, donde el Volkameriano supera al Cleopatra.

Diámetro de tallo y Tiempo apropiado para la injertación

En la Tabla 4, se observa 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 (después del repique a los 65 días) todos los tratamientos mencionados obtuvieron el diámetro óptimo para la injertación, a la altura de 10 cm de la base del cuello de la planta.

Tabla 4. Diámetro promedio de tallo

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

Nota. VO: Volkameriano; CL: Cleopatra; CA: Carrizo; RU: Rugoso; BI: Biol; TH: Té de húmus; TR: Trichoderma; TE: Testigo (sin bioestimulante); PO: Portainjerto; BI: Bioestimulante

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 cm 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.

Calvo (2018) para el mismo período obtuvo hasta los 120 días los siguientes grosores de tallo: Carrizo (2,92 mm), Cleopatra (2,32 mm), Rugoso (2,88 mm) y Volkameriana (2,78 mm).

Mientras que a los 240 días (40 días adicionales al presente estudio) obtuvo los siguientes resultados: Carrizo (7,15 mm), Cleopatra (5,74 mm), Rugoso (5,87 mm) y Volkameriana (5,44 mm). Para el Volkameriano a los 200 días después de la siembra, se obtuvo diámetros mayores de 5,65 y 5,69 mm con uso de té de humus y *Trichoderma* en un menor período de tiempo (Tabla 4). De forma similar para el portainjerto Rugoso que con aplicación de bioestimulantes (biol, té de humus y *Trichoderma*) presenta diámetros similares (5,68; 5,44 y 5,56 mm, respectivamente) al obtenido por Calvo (2018) pero con 40 días de diferencia (Tabla 4).

Tabla 5. Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes

F. V.	SC	GL	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			

F.V. fuente de variación, SC suma de cuadrados, GL grados de libertad, CM cuadrado medio del error

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

Según el análisis de varianza a los 135 días posteriores al repique se obtuvo resultados altamente significativos para el factor A: Tipo de portainjerto, y resultados no significativos para el

factor B y la interacción (Tabla 5), con un coeficiente de variación de 8,45%, que indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

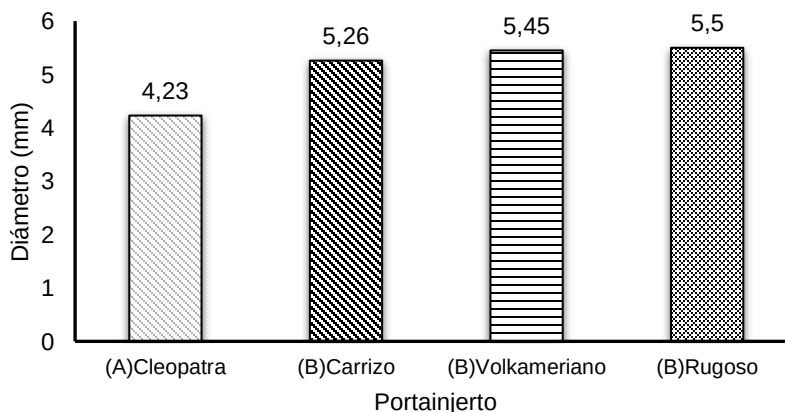


Figura 2. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para diámetro promedio de tallo de planta (mm) a los 135 días, según portainjertos en estudio

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 a los 135 días posteriores al repique (Figura 2). En cuanto al diámetro (mm), Comparando los valores promedio de diámetro con los valores obtenidos por Calvo (2018), se observa que los portainjertos Volkameriano (5,45 mm) y Rugoso (5,50 mm) son cercanos, en un período menor de producción. Adicionalmente Pumayalla (2017) no

encontró diferencias estadísticas entre los diámetros de los patrones Rugoso y Volkameriano, de manera similar a los resultados de la Figura 2. Para Muñoz et al. (2014), el diámetro 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.

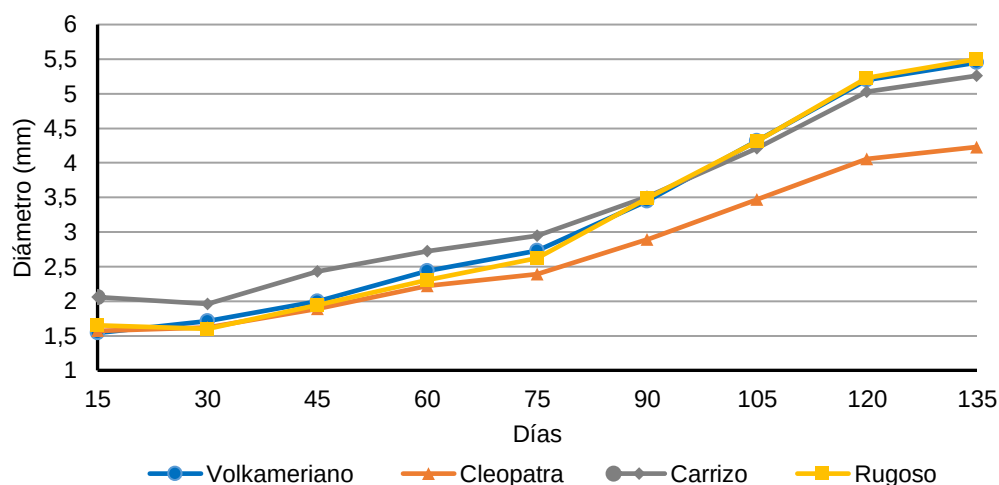


Figura 3. Tiempo para obtener diámetro el apropiado para la injertación, según portainjertos en estudio

En la Figura 3, 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) excepto Mandarina Cleopatra que tardó en alcanzar el diámetro apropiado para la injertación de los 105 a los 120 días. Para los 4 tipos de portainjertos se observa una tendencia lineal de incremento del diámetro de tallo similar para los portainjertos Volkameriano, Carrizo y Rugoso.

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.

Número de hojas

En la Tabla 6 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 6. Número promedio de hojas

Trat.	Porta.	Bioes.	Evaluación de número de hojas cada 15 días								
			15	30	45	60	75	90	105	120	135
T1	T1	VO	3,73	4,67	6,13	7,2	7,73	11,47	17	26,2	36,13
T2	T2	VO	2,87	3,73	4,93	6,93	7,93	10,07	18,8	29,2	39,4
T3	T3	VO	2,8	3,87	5,67	7,2	8	11,13	15,07	24,67	34,53
T4	T4	VO	2,73	3,4	4,6	6,53	7,73	11,8	15,6	25,2	35,33
T5	T5	CL	4,47	5	6,73	7,47	9,4	12,73	17,87	27,87	36,27
T6	T6	CL	4,53	5,07	6,73	7,8	9,13	12,6	17,6	27,73	36,67
T7	T7	CL	4	4,67	6,53	7,53	9,87	12,87	19	28,73	39,33
T8	T8	CL	3,87	4,47	5,87	7,27	8,47	11	16,2	26,07	35,93
T9	T9	CA	5,13	5,93	7,07	8,33	9,93	13,27	16,53	26,27	36,13
T10	T10	CA	5,13	5,8	6,33	7,27	8,67	11,13	15,07	24,93	34,27
T11	T11	CA	4,87	5,67	6,07	7	8,93	11,87	16,33	26,2	35,73
T12	T12	CA	4,8	6,13	6,73	7,4	8,73	11,33	16,4	26,73	36
T13	T13	RU	3,27	4,33	5,87	7,8	9,73	13,27	18,13	28,07	36,93
T14	T14	RU	3,2	4,33	6,07	7,8	9,07	12,6	21,2	30,67	41
T15	T15	RU	3,27	3,8	5	6,47	8,2	11,8	21,87	32,73	41,2
T16	T16	RU	2,6	3,67	5	7,4	8,3	13,6	18,8	28,07	37,2
p-valor PO factor A			<0,0001**	<0,0001**	<0,0001**	0,6328	0,0393*	0,1143	0,0038**	0,0133*	0,0267*
p-valor BI factor B			0,0453*	0,2054	0,0196*	0,5189	0,5497	0,4617	0,5083	0,4812	0,3271
p-valor PO*BI			0,8541	0,8169	0,2806	0,9309	0,8723	0,6971	0,5182	0,4837	0,2942
R ²			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

Nota. VO: Volkameriano; CL: Cleopatra; CA: Carrizo; RU: Rugoso; BI: Biol; TH: Te de húmus; TR: Trichoderma; TE: Testigo (sin bioestimulante); PO: Portainjerto; BI: Bioestimulante

A los 60 días, Calvo (2018) obtuvo los siguientes promedios del número de hojas: Carrizo (9,8), Cleopatra (9), Rugoso (11,1) y Volkameriano (9,3) que fueron mayores a los obtenidos en el presente estudio, y valores similares se alcanzaron a los 75 días, observándose que las características medioambientales influyen en la variable en la primera etapa. Mientras que a los 240 días, Calvo

(2018) detalla los siguientes resultados: Carrizo (36), Cleopatra (40,1), Rugoso (31,8) y Volkameriano (33,9), mientras que los valores obtenidos en el presente estudio fueron mayores para los portainjertos Rugoso (39,08) y Volkameriano (36,35), como se observa en la Figura 4, en un período de 200 días.

Tabla 7. Análisis de varianza para número de hojas a los 135 días después del repique y aplicación de bioestimulantes

F. V.	SC	GL	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			

F.V. fuente de variación, SC suma de cuadrados, GL grados de libertad, CM cuadrado medio del error

(*) = Significativo; NS= No significativo

Según el análisis de varianza (Tabla 7) se observan que existen diferencias significativas para el factor A tipos de portainjerto y resultados no

significativos tanto para el factor B y la interacción. Con un coeficiente de variación del 7,6% a los 135 días posteriores al repique.

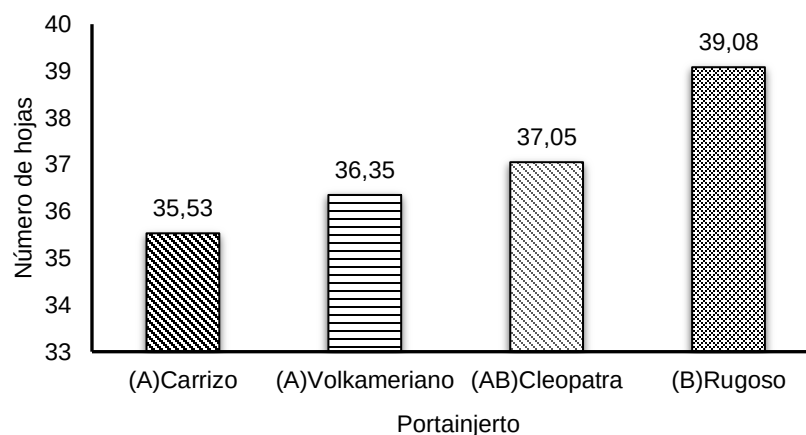


Figura 4. Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para número promedio de hojas de planta a los 135 días, según portainjertos en estudio

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 (Figura 4). Por otro lado, Pumayalla (2017) no obtuvo diferencias significativas para el número de hojas entre los patrones Volkameriano y Rugoso, a diferencia de lo obtenido en la Figura 4. Maldonado (2010) encontró diferencias significativas para el número promedio de hojas entre los patrones Cleopatra y Volkameriano, con mayores valores para Cleopatra. Vidal (2014) al comparar diferentes tipos de inoculantes, concluyó que las rizobacterias estimulan el crecimiento de portainjertos Volkameriano y Carrizo.

CONCLUSIONES

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 puede justificar por las dosis aplicadas que fueron menores al 10%.

Para el factor Tipo de portainjerto, si se tuvieron diferencias significativas, 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.

Con relación 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, por lo tanto, los tres portainjertos tardan el mismo tiempo en obtener las características de diámetro para ser injertadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, MF. 2003. Citricultura. 2ª Ed. Rev. y ampliada. España - Madrid - México: Ediciones Mundi – Prensa. 422 p.
- Alvarez, F. 2010. Preparación y Uso del Biol (en línea). Biblioteca Nacional del Peru:2010-02444. Consultado 20 jul. 2022. Disponible en <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Njc0.pdf>

- Cadena, FA., Ticona, C., Mamani, E. 2021. Manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*) del banano (*Musa acuminata*) con la aplicación de la *Trichoderma* (*Trichoderma harziarum*) (en línea). *Apthapi*, 7(3), 2242-2246. Consultado 25 ago. 2022. Disponible en <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/111>
- Calvo, KM. 2018. Caracterización morfológica de dieciséis portainjertos de cítricos en vivero, Macamango-Santa Ana-La Convención. Tesis Lic. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 122 p. Consultado 4 jun. 2022. Disponible en http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3679/253T20180221_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores, MC; Raya, FC; Parra, GM; Cuellar, MEM; Miranda, MZC; Araujo, GM; Espada, IS; Flores, L; Panozo, JR; Peñaranda, El. 2014. Texto guía del participante: Producción de cítricos (en línea). Sucre, Bolivia. 51 p. Consultado 20 oct. 2022. Disponible en <https://formaciontecnicabolivia.org/webdocs/publicaciones/2015/citricosweb.pdf>
- Garavello, M, Beltrán, V, Kornowski, M. s.f. Catálogo de portainjertos de cítricos. INTA Ediciones. 11 p. Consultado 12 jul. 2022. Disponible en https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5761/INTA_CREntreRios_EEAConcordia_Garavello_M_catalogo_de_variedades_de_portainjerto.pdf?sequence=1
- Gonzales, L. y Catalino, C. 2019. Guía Técnica Cultivo de Cítricos. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Consultado 12 ago. 2022. Disponible em https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/ofice/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf
- Guarachi, QMA. 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 Lic. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 12 jul. 2022. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18367>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2017. Mandarina y naranja, principales cultivos cítricos en Bolivia (en línea). Consultado 20 oct. 2022, Disponible en <https://www.ine.gob.bo/index.php/mandarina-y-naranja-principales-cultivos-citricos-en-bolivia/>
- Maldonado, MAP. 2010. Desarrollo de plántulas de Portainjertos cítricos, en tubetes con diferentes sustratos y soluciones nutritivas. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 96 p. Consultado 20 ago de 2022. Disponible en http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/253/Maldonado_Peralta_MA_MC_Edafologia_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Muñoz, HJM.; Saénz, JT.; Coria, VM.; García, JJM.; Hernández, JR. y Manzanila, GE.Q. 2014. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 6 (27), 72-89. Consultado 5 ago. 2022. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100007#:~:text=Los%20resultados%20mostraron%20que%20la,para%20las%20de%20crecimiento%20normal.
- Oliveira, RP; Soares, W; Passos, O; Scivittaro, W; da Rocha, P. 2008. Porta-enxertos para citros. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Pelotas, Brasil. 45 p. Consultado 20 ago de 2022. Disponible en <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/744475/1/documento226.pdf>
- Pumayalla, AM. 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 Lic. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Tumbes. Consultado 7 ago. 2022. Disponible en [http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/380/TESIS%20-](http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/380/TESIS%20)

- %20PUMAYALLA%20ALVAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quino, M. 2003. Apuntes de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.
- 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 Lic. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Consultado 21 ago de 2022. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3531>
- Restrepo, JCS, Gómez, ME, Gómez, CAB, Ramírez, CRM, Campos, CEA, Maya, DJH, García, JP, Falla, HP, Castrillón, FM, Bohórquez, JB. 2007. Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia (en línea). Centro Nacional de Investigaciones de Café Pedro Uribe Mejía. 56 p. Consultado 5 jun. 2022. Disponible en <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/585/1/030.pdf>
- Valentini, G. 2003. La injertación en frutales (en línea). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Primera Edición. Consultado 5 ago. 2022. Disponible en <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/6481>
- Veliz, AW. 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 Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 96 p. Consultado 7 ago. 2022. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/6764>
- Vidal, NAM. 2014. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en portainjertos de cítricos (en línea). Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 96 p. Consultado 20 ago de 2022. Disponible en http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2888/Vidal_Martinez_NA_MC_Agroecosistemas_Tropicales_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y