

INTRODUCCIÓN

El membrillo es el fruto de un árbol de tamaño pequeño a mediano de la familia de las rosáceas y único miembro del género *Cydonia*. Este árbol crece en climas fríos y templados, Este árbol se originó en el Cáucaso y norte de Asia. Es bastante más antiguo que el manzano. Las flores del membrillero aparecen en primavera, después del brote de sus hojas, y son blancas con matices en rojo, las hojas del membrillo son grandes llegando hasta los 10 cm de longitud. El fruto es un pomo piriforme, una delicia muy peculiar de color amarillo y con forma esférica (Valliser, 2021).

La especie *Cydonia vulgaris* es la típica a la cual pertenecen prácticamente todas las variedades comerciales del membrillo cultivándose las otras, *C. taponica* y *C. sinensis* para fines ornamentales. Se trata de un árbol de porte bajo que se desarrolla frecuentemente en forma arbustiva, alcanzando entonces una altura de 2 a 4 metros siendo utilizado en algunas zonas fructíferas (Infoagro, 2017).

Propagación por estacas: Una estaca es una parte de un tallo, hoja o raíz que se separa de la planta madre, y se coloca bajo condiciones ambientales favorables, para inducirla a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente. Estacas como método asexual: Se obtienen individuos iguales genotípicamente al progenitor, la porción vegetativa, separada de la planta madre, es capaz de formar una nueva planta, método rápido (esquejes), simple (estacas leñosas) y barato, muy usado para propagar plantas ornamentales y frutales. ¿Como se obtienen nuevas plantas a partir de estacas? Es posible por dos características de las células vegetales es decir la Totipotencia: es toda célula vegetal individual es capaz de regenerar una planta sin importar el grado de diferenciación alcanzado. Para ello se requieren condiciones específicas referidas al medio del cultivo, relaciones hormonales, temperatura, fotoperiodo, etc.

Todo proceso de diferenciación está regulado por el balance entre diferentes tipos de reguladores del crecimiento, fundamentalmente citocininas de auxinas y las estacas pueden ser hechas a partir de diferentes partes de la planta: raíces, tallos, hojas. Las más importantes en agricultura son las estacas de tallo.

La formación de raíces se debe a que las auxinas se transportan polarmente, desde el ápice, provenientes de las yemas, hacia las bases donde estimulan el fenómeno. La formación de raíces es un proceso endógeno, que ocurre generalmente a partir de la multiplicación radial de células del meristema secundario. Se forma una placa necrótica (suberina) en la zona de corte como un sello (impide la desecación del material). Posteriormente células de atrás de la zona de corte se dividen y forman parénquima (callo).

Las Estaca con presencia de callo: son las que alrededor del cambium se forman primordios radiculares, Desarrollo y emergencia de raíces nuevas (ruptura de otros tejidos del tallo), Formación de conexiones vasculares (xilema y floema) en el nuevo tejido formado.

Emergencia de las raíces adventicias, se puede observar la diferenciación de elementos vasculares que las conectan con el sistema vascular del brote (VSIP.INFO, 2021).

En Bolivia, Cochabamba es el mayor productor de plantines desde 1998. La producción se realiza en el huerto experimental de la asociación de viveristas. En La Paz desde los años 2000 se comenzó con la propagación de pie de injerto. Con la institución Sallimi, de manera efectiva en la comunidad Cebollar Cantón Caracoto, por otro lado, el Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria (PASA) (Aguilar, 2002)

Los enraizadores son insumos que se aplican a los cultivos con el fin de fortalecerlas y promover el desarrollo de gran cantidad de raíces, a través de fitohormonas de enraizamiento cuanto más fuertes y saludables sean las raíces, más saludable será la planta. Mientras que diferentes productos parecen reclamar características estimulantes de la raíz, algunos tipos parecen funcionar mejor que otros (FAGRO, 2018).

ANTECEDENTES.

El membrillo ya era cultivado en Babilonia desde la antigüedad. Parece ser autóctono de Europa meridional o de las orillas meridionales del mar Caspio. Actualmente se encuentra de forma natural en el centro y sudeste de Asia (Armenia, Turkestan, Siria, etc.). Los griegos conocían una variedad común que obtuvieron en la ciudad de Cydon, en Creta; de ahí su nombre científico; dedicaban este fruto a Venus y se ofrecía como

símbolo de la felicidad, del amor y de la fecundidad. Por su parte, los árabes buscaron en el membrillo una medicina natural, dado su elevado contenido en mucílago, que empleaban como laxante (valliser, mayo 2021).

Las zonas más consumidoras y productoras de membrilleros a nivel mundial son Oriente Medio y la antigua URSS. En diversas partes de Europa, el membrillo es comúnmente cultivado en las áreas centrales y del sur, donde los veranos son lo suficientemente cálidos como para que la maduración sea buena. No son cultivados en grandes cantidades; generalmente sólo uno o dos árboles de membrillo son cultivados en un huerto junto con manzanos y otros árboles frutales. En el área mediterránea tiene menos importancia. La producción mundial de membrillo se estima de alrededor de las 381,862 t.

Los principales productores se muestran en el Cuadro, **otros productores menores son Túnez, Brasil, Bulgaria, España, Bolivia, Francia Hungría, Argelia y Argentina**

País	Producción en toneladas	%
Turquia	105, 000	27.5
China	90,000	23.5
Marruecos	28,000	7.3
Argentina	26,000	6.8
Iran	25,000	6.5
Serbia y	10,400	2.7
Montenegro	9.500	2.5
Uruguay	7,500	2.0
Mexico	5,200	1.4
Peru	4,250	1.0
Chile	87,962	23.0

Y otros países		
Total	381,862	100.0

La actividad de producción nacional del membrillo en los valles de Bolivia en el año 2015 fue de:

Cultivo	Superficie (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (kg/ha)
Membrillo	108	610	5755

(INE, 2012)

JUSTIFICACION

Con esta aplicación de enraizadores a estacas de membrillero en la zona se pretende obtener el mayor porcentaje de prendimiento de estacas, incentivando a productores al incrementar el cultivo para lanzar al mercado, quedando como alternativa de propagación para mejorar los ingresos familiares.

También permitiendo aportar conocimientos y recomendaciones que serán de utilidad para la actividad agrícola no tradicional, en la cual se cultiva el membrillo.

Esta investigación pretende dar alternativas de propagación del membrillero, con propuestas técnicas del uso de enraizadores y con diferentes longitudes de corte de acuerdo a los resultados obtenidos, tomando en cuenta tres variantes; tres enraizantes, en la comunidad de Narváez. Sirviendo al mismo tiempo de guía para agricultores, profesionales y estudiantes interesados en propagación de membrillero.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La baja población de plantaciones de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*) en la zona nos enfoca a realizar una investigación en propagación por estacas y a su vez la aplicación de enraizadores, probando diferentes longitudes de cortes de estacas.

Por lo tanto, las investigaciones del prendimiento de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*) con tres tipos de enraizadores, trata de obtener información del comportamiento

de las tres diferentes longitudes de cortes, y una evaluación de la eficiencia de los mismos. Presentándose como alternativa más de producción para la agricultura.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres enraizadores y tres longitudes de corte en la formación de raíces de estacas de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*).

Objetivo específicos

- Evaluar el efecto de tres enraizadores en la formación de raíces de las estacas de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*) de longitud 15, 25 y 30 cm.
- Determinar la longitud de la estaca para mayor eficacia en enraizamiento de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*) en la comunidad de Narváez.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio. (R B / C)

HIPOTESIS

Ha. Hipótesis alterna

Cuando se utilizan productos de enraizamiento para la propagación, se espera tener de enraizamientos o prendimiento de los esquejes superiores.

Ho. Hipótesis nula

Los enraizadores no tendrán un resultado relevante en la propagacion de membrillero (*Cydonia oblonga Mill*).

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. ORIGEN

El membrillero ya era cultivado en Babilonia desde la antigüedad (4000 a.C.). Parece ser autóctono de Europa meridional o de las orillas meridionales del mar Caspio. Actualmente se encuentra de forma natural en el centro y sudoeste de Asia (Armenia, Turkestán, Siria, etc.). Los griegos conocían una variedad común que obtuvieron en la ciudad de *Cydon*, en Creta; de ahí su nombre científico; dedicaban este fruto a Venus y se ofrecía como símbolo de la felicidad, del amor y de la fecundidad. Los romanos continuaron con esta creencia y difundieron la costumbre de dar a comer a los recién casados un membrillo antes de entrar al hogar como símbolo de suerte futura. Por su parte, los árabes buscaron en el membrillo una medicina natural, dado su elevado contenido en mucílago, que empleaban como laxante (Infoagro, 2017).

Cydonia es un género de plantas perteneciente a la familia de las Rosáceas. Se trata de un género mono típico, cuya única especie es *Cydonia oblonga*, comúnmente llamado membrillo o membrillero. Es un árbol de tamaño pequeño a mediano, originario de la región del Cáucaso, en el sudoeste cálido de Asia. Es un árbol frutal emparentado con el manzano y el peral. Su fruto, llamado asimismo membrillo, es de color amarillo-dorado brillante cuando está maduro, periforme, de 7 a 12 cm de largo y de 6 a 9 cm de ancho; su pulpa es dura y muy aromática. Los frutos inmaduros son verdes, con una densa pilosidad de color gris claro, que van perdiendo antes de madurar. Sus hojas están dispuestas alternativamente; son simples, de 6 a 11 cm de largo, con una superficie densamente poblada de finos pelos blancos. Las flores, que surgen en la primavera después de las hojas, son blancas o rosas, con cinco pétalos (plantamania, 2021).

El membrillo es demasiado duro, astringente y agrio por lo que no es usual comerlo crudo, a menos que sea escarchado (preparándolo de modo que el azúcar cristalice). Se usa para hacer mermelada, compota y pudín, o puede pelarse para posteriormente

asarlo. Su fuerte aroma hace que sea un complemento para añadir en pequeñas cantidades al pastel de manzana y a la mermelada, para potenciar el sabor (argentina, 2021).

1.2. TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

Reino: Vegetal

Phylum: Teleomorphytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Sub familia: Pomoideae

Nombre científico: *Cydonia oblonga* Mill.

Nombre común: Membrillero

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2022)

1.3. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMATICOS

1.3.1. Clima

Requiere climas templados o relativamente fríos, de inviernos largos y veranos calurosos. Puede cultivarse en toda la región de la vid, resistiendo las más bajas temperaturas. La exigencia de frío va de 100-500 horas-frío, según la variedad. En zonas elevadas las flores y frutos recién formados pueden verse afectados por las heladas tardías. Requiere además Situaciones aireadas, y si se cultiva en valles cerrados u hondonadas, por ser muy sensible a la invasión del hongo causante de la lepra o moteado puede perderse parte del fruto. Se trata de uno de los frutales que reclama más cantidad de luz (INTA, cultivo del membrillero, 2021).

1.3.2.Suelo

El membrillero se adapta desde los suelos más fértiles a las tierras más ingratas, mientras sean de naturaleza fresca y con pH ligeramente ácido; los valores extremos de pH para el membrillero oscilan entre 5.6 y 7.2. Puede vegetar a la orilla de los cauces sin que el exceso de humedad lo perjudique, en las tierras de regadío y de secano. Aunque es poco exigente en cuanto a suelos, prefiere el franco arcilloso bien drenado, bastante fértil y que retienen una cantidad moderada de humedad. Presenta problemas de clorosis férrica en suelos de más de 8% de caliza Activa (INTA, 2021).

1.4.PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

1.4.1. Propagación

El membrillero puede perpetuarse mediante semilla, estaca, vástago e injerto los sistemas más usuales son los acodos (simples) y las estacas pueden ser de 30 a 40 cm de longitud y al ser plantadas se dejan dos yemas fuera de la tierra (SOLER R. , 1983).

1.4.2. Propagación por semilla

La propagación por semilla sólo se emplea cuando se desea obtener variedades nuevas, o bien cuando se desea formar patrones con un sistema radicular profundo y bien ramificado, que se emplearían para injertar encima perales o en algunos casos manzanos (INTA, instituto nacional de tecnología agropecuaria).

1.4.3. Propagación vegetativa

La multiplicación por estaca es muy común. Estas se escogen de la madera del mismo año, se cortan a 30 cm de longitud tan pronto se ha despojado de la hoja, se hacen manojos con ellas y se entierran en posición invertida, manteniéndolas en este estado hasta últimos de febrero o principios de marzo, que es el momento oportuno para plantarlas. Se plantan en posición inclinada a los 45° y no erecta, para fomentar el barbado, aunque éste puede excitarse aplicando las hormonas convenientes, procurando que en la superficie únicamente afloren dos o tres yemas.

Otra forma de propagación es por acodo en aporcado o clonal. Para ello se acoda la planta madre en julio, a finales de otoño los plantones estarán perfectamente arraigados y después de despuntarlos a 25-30 cm podrán plantarse en vivero, para injertarlos en agosto-septiembre (AGRODATOS, AGROALIMENTACION CULTIVO DEL MEMBRILLERO).

Para obtener frutos de buena calidad es necesario el injerto. En plantas propagadas por estacas o por acodos no es absolutamente necesario injertar, ya que sus frutas serán idénticas a las de la planta madre de que provienen. Pero tratándose de plantas obtenidas de semillas, si se desea cultivar una variedad determinada, es preciso el injerto. Puede emplearse el injerto en escudete, y de yema dormida y de yema despierta, como los injertos de púa (AGRODATOS, agroalimentacion cultivo del membrillero, 2021).

1.4.4. Plantación

Una vez preparado el terreno para la plantación, se deben abrir unos hoyos a una profundidad mínima de 60 x 60 cm. Rellenados los hoyos con las tierras más fértiles y Previa eliminación de las raíces heridas o magulladas, se despuntan las más largas y se sitúa el árbol a una profundidad inferior a los 5-7 cm de lo que estaba en vivero. Plantado el árbol se escogen tres o cuatro ramitas de las más vigorosas y se despuntan a 4-5 yemas, eliminando las restantes, o se desmocha a una altura conveniente. Las plantas de vivero de dos o tres años de edad se plantan (AGRODATOS, 2021).

El membrillo se puede plantar en cualquier momento durante la temporada de crecimiento, pero es mejor evitar plantar en climas cálidos y secos. La siembra a principios de la primavera, mientras la planta aún está inactiva, es óptima (BOTANICA, 2021).

1.5. LABORES CULTURALES

Es un árbol rústico que precisa de poco laboreo en el terreno. Por medio de labores frecuentes debe mantenerse en toda época el suelo limpio de toda hierba adventicia, y

más tratándose de tierras de secano. Probablemente la mejor forma de conducir la plantación de membrilleros es mantener las plantas con tapiz herbáceo permanente luego de haber sido cultivadas en fajas a lo largo de las hileras durante los primeros dos o tres años. El control químico con herbicidas en hileras, dejando un tapiz permanente entre ellas es una práctica muy común (MERLIN, 2021).

1.5.1. RIEGO.

El membrillero es muy resistente a la sequía, y si se cultiva en tierras de regadío no se debe abusar de los riegos ni de los fertilizantes, los cuales fomentarían su frondosidad en detrimento de la producción de fruto (AGROMATICA, 2021).

1.5.2. FERTILIZACION

Como fertilizantes pueden emplearse abonos orgánicos, fosfatados y potásicos a mitad de otoño para que estén dispuestos y poder ser asimilados por el árbol en el momento preciso. Respecto a los nitrogenados, no deben aplicarse hasta momentos antes de entrar en vegetación. Las dosis a aplicar de fertilizantes deben ser muy reducidas y equilibradas. Como cifras orientativas un abonado anual aplicado en plantaciones adultas con producciones en torno a 30 tm/ha (INFOAGRO, 2021).

1.5.3. PODA

Debido al lento desarrollo del membrillero, su poda es muy sencilla. Durante la época de formación se darán despuntes según la vigorosidad del árbol, procurando fomentar su expansión y manteniendo un equilibrio perfecto copal, obteniendo plantas en forma de vaso. Durante la producción las podas se limitarán a eliminar aquellas ramas que puedan alterar este equilibrio o ramas que se superpongan unas con otras. Cada año se eliminarán las ramas chuponas y las dañadas, no siendo conveniente más que esta limpia para su buena producción, por producir espontáneamente el árbol suficiente número de ramificaciones fructíferas, que dan sus botones en el extremo. La poda consistirá, por tanto, en un raleo, con algunas podas de rebaje ocasionales de las ramas principales con el objeto de estimular las nuevas brotaciones anuales que llevarán las frutas. El momento óptimo de poda es

tan pronto como se ha despojado su masa foliar. Este frutal suele formarse en vaso helicoidal y en Palmeta (INFOAGRO, 2021).

1.6.TIPOS DE PODA

1.6.1. Poda de formación

El membrillo se cría frecuentemente en forma arbustiva pero más racional resulta la formación de arbolitos de bajo viento. Como las frutas son muy pesadas se provocar la emisión de ramas vigorosas mediante podas severas de acortamiento y raleo adecuados. Esta poda se realiza entre junio y agosto, las plantas que se consideran en forma de arbustos no necesitan casi poda bastara un ligero raleo y despunte de las ramas muy largas, débiles, juntas o entrelazadas (SOLER, 1983).

1.6.2. Poda de fructificación

Debe tenerse en cuenta que el membrillo fructifica sobre la parte extrema de las brindillas que ha formado durante el año anterior. Las yemas fructíferas difíciles de distinguir de las de madera son terminales, pero pueden hallarse también a lo largo de las brindillas. A veces se observan también pequeños ramilletes de flores y ramulos en el membrillo japonés. Mediante las podas anuales de raleo y acortando prevaleciendo las primeras se consiguen la formación de las brindillas el comportamiento de las ramas debe efectuarse con prudencia para evitar la aparición de ramas que terminan en yemas de madera en vez de fructíferas la poda estival favorece la fructificación (SOLER, 1983).

1.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.7.1. Plagas

Debido a la gran rusticidad del membrillero son pocas las plagas que le afectan, pero entre ellas destacan:

1.7.2. Pulgones

El pulgón *Aphis pomi*, inverna en estado de huevo pegado a las ramas del membrillero, pudiendo combatirse a base de aceites emulsionados con otro

insecticida, y en plena vegetación con insecticidas sistémicos que actúen por contacto o asfixia (VILLARROEL, zoología agrícola, 2005).

1.7.3. Homópteros

Cuando el membrillo está próximo a cultivos a alfalfa la corteza de los árboles jóvenes pueden verse afectada por las puestas del homóptero *cereza bubalus* y causarles graves daños al interceptar el descenso de la savia elaborada. Se combate, durante el invierno, a base de aceites emulsionados con otro insecticida (VILLARROEL V. , 2005).

1.7.4. Enfermedades

1.7.4.1.Momificaciones de los frutos del membrillero

Síntomas. Una faja longitudinal, parduzca con polvo blanquecino en el haz momificación de los frutos desde jóvenes.

Causada por *Sclerotinia linhartiana* (Ascomycete).

Control recolección y entierro y entierro de frutos afectados, tratamientos con captan, bayleton 10 – 20 gr/100l de agua. Polyram Combi 150-200 gr/100 l de agua (VILLARROEL, Enfermedades del membrillero, 2005).

1.7.4.2.Roya del membrillero

Los síntomas se manifiestan como pústulas marrones en el envés de la hoja, causada por *Gymnosporangium claviceps* (Basidiomicete) *G. virginianae*, *G. hyalinum*. Predomina en los valles de Cochabamba y Tarija (CALDERON, 1984).

1.8. VARIEDADES DE MEMBRILLERO (*Cydonia oblonga* Mill).

1.8.1. Membrillero común

El membrillo común

Es un árbol de mediano vigor y producción. Fruto de tamaño medio, piel amarillo oro y carne aromática. Madura en octubre (INFOAGRO, 2021).

1.8.2. Membrillero de Angers

Son de escaso vigor, gran precocidad y elevada productividad. Su sistema radicular es poco profundo, por ello sufre considerablemente cuando existe sequía. Es muy sensible a los suelos calcáreos y se propaga fácilmente por acodo y por estaquillado

El membrillo de Angers es Árbol de vigor regular y gran producción tiene fruto de tamaño grueso, esferoidal, pedúnculo inscrito en la extremidad, piel amarilla y pulpa fragante (INFOAGRO, el cultivo del membrillero, 2017).

1.8.3. Membrillero de Fontenay

EL membrillo de Fontenay es un árbol de gran desarrollo y fertilidad. Fruto de tamaño más bien grande, piel amarillo-verdosa y pulpa perfumada.

Su sistema radicular forma una cabellera ramificada y A Nomblot (8) lo recomienda para la región parisina por su resistencia al frío (EROSKI, 2020).

1.8.4. Membrillero de provençe

Son en general muy heterogéneos. El sistema radicular es menos superficial, por tanto, soporta mejor la sequía. Tiene mayor afinidad con las variedades a las que les induce mayor vigor y se multiplica fácilmente por acodo.

Desde los años cuarenta va aumentando la utilización del membrillo de provençe este tipo es vigoroso y más resistente a la sequía y a la caliza su afinidad con el peral es mejor (SOLER O. , 2017).

1.8.5. Membrillero de Portugal

Membrillo de Portugal es árbol de gran vigor y producción. Fruto de tamaño grueso, piel amarillenta y pulpa amarilla y fragante (INFOAGRO, cultivo del membrillero, 2017).

1.8.6. Membrillero de Vau de Mau

Membrillo Vau de Mau es un árbol de vigor regular y gran producción. Fruto de tamaño grueso, piel amarilla y pulpa perfumada. Madura en octubre (SOLER R. , 2017).

1.8.7. Membrillero de Vrauja

Membrillo de Vrauja es árbol de gran vigor y fertilidad. Fruto de tamaño muy grande, piel amarillenta pulpa aromática. Madura en octubre (MERLIN 2021).

1.9. CLASIFICACION DE LAS ESTACAS

La estaca de acuerdo a su procedencia se clasifica en:

- Estacas de rama.
- Estacas de hoja.
- Estacas de tallo.
- Estacas de raíces.

Se indica que la propagación por estacas de tallo, estacas con yema y hoja solo es necesario que se forme un nuevo sistema radicular puesto que, ya existe un sistema ramal o de tallo en potencia, ahora bien, se entiende por estaca la parte vegetativa de la planta como tallos, sección de ramas, hojas y raíces que cortadas y sembradas tienen la capacidad de producir brotes y raíces (MEZA J. , 2021).

1.9.1.1. VENTAJAS DEL ESTAQUEO:

Según Hartmann y Kester este método presenta las ventajas siguientes:

- Se puede iniciar muchas plantas en un espacio limitado partiendo de unas pocas especies donantes
- Es menos costoso, rápido y sencillo
- Las plantas progenitoras suele producirse con exactitud sin variación genética.
- Obtención de gran número de árboles a partir de una sola

planta madre.

- Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas

El carácter de estas ventajas se agranda cuando la especie que se proponga posee características de fácil enraizamiento. Sin embargo, los inconvenientes en la propagación por estaca lo presentan algunas especies como ser el reducido porcentaje de prendimiento en algunas especies o variedades.

1.10. FACTORES ECOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ENRAÍCE DE LAS ESTACAS

Los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estaca son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa y medio de enraíce) propicias que induzcas al enraizado. Además, la capacidad de la estaca ya enraizada, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad (MEZA J. E., 2021).

1.10.1. NESECIDAD DEL OXIGENO

Para la producción de raíces es indispensable la existencia de oxígeno en el medio de enraíce, aunque el requerimiento de ese elemento varia con las especies.

El oxígeno es necesario para el desarrollo de las raíces lo suministra la atmósfera del suelo, por lo tanto, no convienen suelos compactados, mal estructurados y cuya macro porosidad sea inferior al 10% aproximadamente (MOLINA, 2021).

1.11. CLASIFICACION DE LOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Dentro de los reguladores de crecimiento se tiene:

- Auxinas
- Citoquininas
- Etileno
- Inhibidores
- Giberelinas

Indudablemente existen otros materiales de ocurrencia natural.

1.11.1. Axinas

Las auxinas son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladores del crecimiento vegetal en la cual da a conocer que ayuda a la planta, esencialmente provocando la elongación de las células. Son compuestos sintéticos, pero también las plantas lo producen naturalmente, especialmente en las zonas jóvenes del brote, controlan muchos aspectos distintos de crecimiento y de desarrollo como lo hacen las hormonas de las plantas. Se sintetizan en las yemas, hojas jóvenes, frutos y en el embrión. La concentración endógena en la planta varía entre 0,001 y 0,1 mg/Kg. Promueven enraizamiento. Estimulan formación de raíces adventicias

Las axinas sirven para:

Que las estacas enraícen rápidamente.

Promover la formación de las raíces en las estacas.

Alargar la zona en la que se forman las raíces ofreciendo un mejor sistema radicular.

En cuanto a la conservación de las auxinas no se conservan bien a temperatura ambiente en la luz, por lo que es mejor guardarlas en un refrigerador a una temperatura de 5 a 10C° conservar las soluciones de auxinas, solo por una semana, inclusive se las deja en refrigerador (INTAGRI, fitohormonas y reguladores del crecimiento vegetal).

1.11.2. Citoquininas

Son un grupo de hormonas vegetales que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Se sintetizan en el embrión y las raíces; se encuentran en todos los tejidos.

Promueven la división celular, formación de callos en presencia de auxinas.

Actúan en general junto con las auxinas.

Retrasan la senescencia.

Inhiben la dominancia apical.

Sintetiza principalmente en los meristemas apicales de la raíz, hojas en desarrollo y embriones.

Se transporta a los brotes a través del xilema (INTAGRI, fitihormonas y reguladores del crecimiento vegetal).

1.11.3. Etileno

Promueve la maduración de los frutos (climatéricos) y la senescencia (flores y hojas)

Induce la abscisión de las hojas.

Promueve el crecimiento lateral pérdida de gravitropismo.

Respuestas ambientales, patógenos, heridas, estrés abiótico.

Promueve la maduración de frutos la senescencia (flores y hojas) (INTAGRI, fitohormonas y reguladores del crecimiento vegetal).

Inhibidores

Sustancia del metabolismo vegetal que inhibe o retrasa el crecimiento de las plantas. En general los inhibidores naturales son derivados de las lactonas o sustancias orgánicas aromáticas.

Aplicaciones en la agricultura

Inhiben la germinación de semillas.

Antagonizan con las giberelinas impidiendo la elongación del escapo floral en las plantas en roseta.

Estimulan abscisión de flores y frutos.

Herbicidas no tóxicas, son altamente selectivas y no tienen perduración en el suelo.

Promueve floración en plantas de días cortos (AGRONUTRIENTES).

1.11.4. Giberelinas

Inducción del crecimiento del tallo.

Regulación de la transición entre la fase juvenil y el adulto .

Inducción de la floración y la determinación y la determinación sexual de la flor.

Inducción de la germinación (pérdida de dormición y movilización del endospermo).

Promueve crecimiento del tallo por expansión celular (EUITA, 2017).

1.12. ENRAIZADORES A UTILIZAR

1.12.1. NAFUSAKU®16

- Composición

Nalfa naftalen acetato de sodio.....0,3 g.

Diluyentes y coadyuvantes c.s.p..... 100 g.

SENASA N°: 32.534

Generalidades nafusaku®16

Tiene como ingrediente activo la sal sódica del ácido alfa naftalen acético. Efecto general: estimula y acelera la emisión de raíces en gajos y estacas de leñosas.

- Instrucciones para el uso

Cortar el gajo por debajo de una yema.

Quitar o eliminar las hojas inferiores.

Diluir en agua y mezclar.

Introducir hasta una profundidad de 2 cm en NAFUSAKU®16 durante 8 a 12 horas.

Plantar el gajo en la cajonera. Apisonar la tierra a su alrededor y regar ligeramente.

Cubrir la cajonera con una bolsa plástica y guardar en un lugar templado y claro, pero no soleado, para favorecer el enraizamiento de la estaca.

- Indicaciones de uso

Para el tratamiento de estacas de plantas forestales y ornamentales.

Para el tratamiento de gajos o esquejes de plantas florales, rosas, claveles, crisantemos y otras.

Para gajos o estacas de plantas frutales en general.

Para enraizamiento de especies hortícolas leñosas o herbáceas.

- Compatibilidad

Es compatible con la mayoría de los plaguicidas, fertilizantes y fitoreguladores de uso común. No mezclar con sustancias alcalinas, ni con azufre. Las mezclas deben ser usadas inmediatamente.

Uso para tratamiento de gajos y estacas leñosas en general.

Estimula y acelera la emisión de raíces

Estacas en general para forestación.

- Uso para tratamiento de gajos y estacas leñosas en general.

Estimula y acelera la emisión de raíces estacas en general para forestación.

- Concentración

3 a 6 gr en 1 litro de agua las piezas vegetales se emparejan se atan en manojos y se colocan con su base en la solución a una profundidad de 2 a 3 cm. Las estacas deben permanecer en inmersión durante 12 horas luego se extraen y se plantan sin demoras en el almacigo o vivero.

- Fito toxicidad

NAFUSAKU no es Fito toxico a las concentraciones indicadas (Ando&Cía, 2021).

1.12.2. BONIDE Bontone Rooting Powder:

Se utiliza una hormona vegetal para ayudar en el trasplante de esquejes frescos.

- Promueve el desarrollo de las raíces con trasplantes/esquejes
- Acelera el desarrollo radicular
- Simplemente corte, sumerja y plante
- Ideal para trasplantes y esquejes de raíz
- fácil de usar

Ingredientes activos:

Acido indol-3-butilico.....0,10%

Otro ingrediente:.....99.90%

Para enraizar plantas de interior Ideal también para trasplantes

✓ Acelera el desarrollo de las raíces para su uso en ornamentales, hortalizas, árboles frutales y bayas

✓ Simplemente cortar, sumergir y plantar

Este producto se puede usar en una variedad de esquejes de plantas, incluidas especies de plantas leñosas, herbáceas y con flores, vegetales, árboles de thut y pequeñas plantas. Este producto es ideal para el tratamiento de raíces de muchas plantas de interior y tipos de Azaleas) Crisantemos, Everg chino Dieffenbachia, Draceanan, Geraniums Hydrangeas, (vy, Lantanas, Pandanus, Veitch, Pachandra, Peperomas, Philodendron, Poinsetios Pothos, y una amplia gama de otras plantas

- **PROMUEVE EL DESARROLLO** - Una vez aplicado, este polvo promueve el desarrollo rápido de la raíz a partir de esquejes. Simplemente sumerja el extremo de un recorte en el polvo y luego colóquelo en un suelo húmedo, esto ayuda al proceso de enraizamiento de los esquejes.
- **FUNCIONA EN BULBOS Y SEMILLAS** - Este producto no es exclusivo

de los esquejes. Use esto en semillas o bulbos poniéndolos en una bolsa con un poco de polvo y luego agite la bolsa suavemente para cubrir las semillas o bulbos.

- **ESTIMULA LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES** - Esta hormona de crecimiento de plantas estimula la producción de raíces en esquejes de madera dura y blanda. Funciona bien para plantas ornamentales, verduras, árboles frutales y bayas.
- **FUNCIONA PARA UNA VARIEDAD DE PLANTAS** - Diseñado para su uso en azaleas, madres, geranios, pachysandra, flores de pascua y una amplia gama de otras plantas, este producto ayuda a muchas plantas a desarrollar raíces.
- **IDEAL PARA TRASPLANTES** - Cuando llegue el momento de trasplantar sus plantas a diferentes macetas o lugares dentro de su jardín, use este producto para facilitar la producción de raíces sanas.

Instrucciones de aplicación:

Tome esquejes de una planta vigorosa y saludable. Retire las hojas o flores de la base del esqueje. Revuelva los extremos cortados en este producto. Plante esquejes tratados en un medio de enraizamiento como tierra para macetas. Regulación de la niebla Mantenga un medio moderadamente húmedo hasta que se establezcan las raíces. Los esquejes tratados no deben tener menos de 60 ° F de temperatura. Tratamiento general de semillas, bulbos, bulbos y raíces de plantas ornamentales: Coloque este producto y los bulbos, bulbos o raíces en una bolsa o recipiente sellado. Agite bien para depositar una capa ligera. 1 onza de este producto debe tratar aproximadamente 2.800 esquejes promedio.

- **almacenamiento y eliminación**

Almacenamiento de plaguicidas: Almacene en el recipiente original bien cerrado en un lugar seco, fresco, oscuro, fuera del alcance de los niños y los animales domésticos. Eliminación de plaguicidas y manipulación de envases. No reutilice ni

vuelva a llenar este recipiente. Si está vacío: tírelo a la basura u ofrézcalo para reciclarlo, si está disponible. Si está parcialmente lleno: Llame a su agencia local de desechos sólidos para obtener instrucciones sobre la eliminación. Nunca coloque el producto en ningún desagüe interior o exterior (product/bontone-ii., 2021).

1.12.3. FULLBIO

- **Información general:**

Fullbio es un bio-estimulante de uso en los diferentes cultivos. Es un producto completamente soluble en agua y de fácil manejo se caracteriza por star formulado a base de acido fosfórico y giberelinas.

Su alta concentración de fosforo es indispensable para la información de las células que componen los tejidos y por lo tanto necesario para el crecimiento de la planta. El fosforo forma parte de las ploteinas, interviene en la floración evita la caídas de las flores, estimula la inducción a la floración para dar lugar a un desarrollo del follaje y la formación de granos, tuberculos y frutos.

- **Composición:**

Ingredientes activos:

ACIDO FOSFORICO.....500g/l
 GIBERELINAS.....80g/l
 COMPLEJO ORGANICO.....20g/l
 CUADYUVANTES.....400g/l

Instrucciones de uso:

Cultivo	Dosis		Época de aplicación
	200 lts	L/ha	
Papa	120-160ml	500-70ml	1ra cuando la planta tiene de 4 a 6 hojas
Tomate	120-160ml	500-700ml	2da 40 días después de la germinación
Quinua	120-160ml	500-700ml	3ra dosis antes de la floración
Hortalizas	120-160ml	500-700ml	4ta cuando empiece fruto.

- **Manejo:**

Preparación:

12 ml.....20lts de agua

Sumergir las estacas 4 horas en el bioestimulador.

Compatibilidad:

Se recomienda hacer una pre-mezcla con una pequeña cantidad del producto el tanque deseado y observar los posibles cambios adversos (precipitación, floculación, etc.) así como demostrar la eficacia y asegurar que no haya efectos fitotóxicos.

Fitotoxicidad:

El fullbio no es fitotóxico a los cultivos agrícolas que se especifican en esta etiqueta siempre y cuando que se sigan todas las indicaciones referentes a dosificación (PAMPA-AGRO, 2021).

1.13. MEDIO DE ENRAIZAMIENTO

La mayor parte de los medios de enraíz que se emplean contienen pocos nutrientes minerales disponibles para la planta, por lo cual las estacas dependen de los nutrientes ya almacenados en los tallos y hojas cuando se preparan las estacas.

Esto en general, suficiente para mantener a las estacas durante el periodo de formación de raíces

La mayoría de las estacas enraízan mejor en un medio especial que en la tierra normal.

Características de un buen medio de enraizamiento.

- Aireación.

Para lograr un buen enraizamiento, la base de la estaca tiene que recibir un buen suministro de oxígeno proveniente del aire en el medio.

Retención de la humedad / drenaje:

El medio de enraizamiento necesita mantenerse húmedo; pero no se lo debe empapar.

Propiedades mecánicas:

las estacas necesitan estar bien soportadas y las raíces deben estar libres para poder penetrar en el medio.

Limpieza:

Antes de usar la arena, la arenilla o la grava se debe revisar que no tengan plagas, o moho que pueden causar enfermedades (AGRODATOS, agro alimentacion cultivo de membrillo., 2021).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

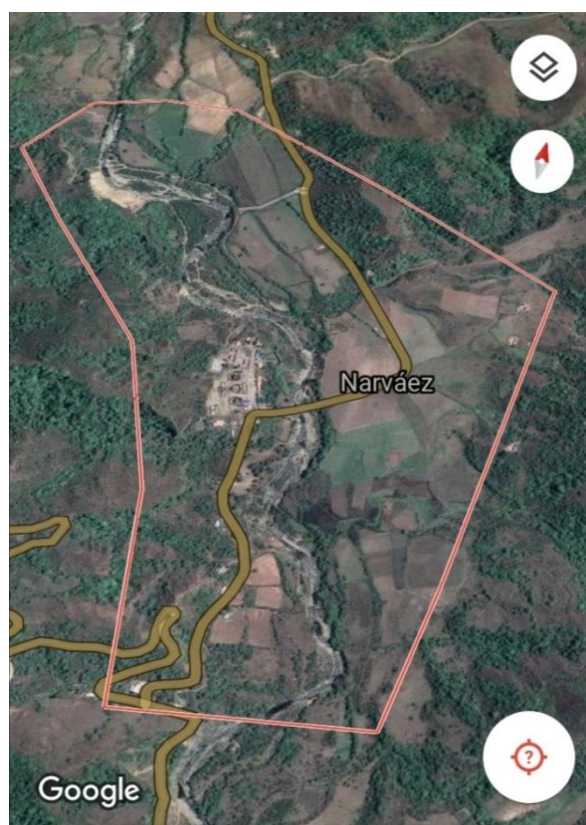
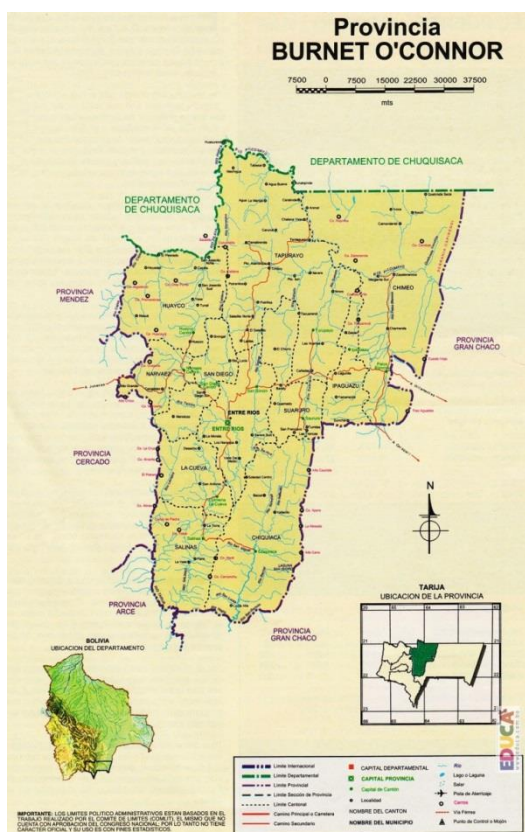
2.1.2. Ubicación

Este trabajo se realizó en la comunidad de NARVAEZ municipio de Entre-Ríos provincia O'connor departamento de Tarija-Bolivia.

Está ubicada a 80 Kilómetros de la ciudad de Tarija capital del departamento, en la zona Nor-Este de la provincia O'connor.

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas Lat. S.: $21^{\circ} 24' 23''$

Y Long. W.: $64^{\circ} 17' 06''$, a una Altura: 1.755 m.s.n.m.



2.2.Clima

Presenta un clima templado humedo, Temperaturas máximas y mínimas. La temperatura media anual es de 25,3 °C, en verano 28,2 °C y en invierno de 12,7 °C. Con máximas que superan los 40 °C y mínimas extremas que bajan hasta -7.0 °C.

Con una humedad relativa del 69% llegando hasta un 71% en épocas muy lluviosas y una precipitación de 1150.7 mm/año las lluvias predominan del sur y sureste.

(SENAMHI, 2021).

2.3. Suelo

Presenta un suelo de muy superficiales a profundos, son suelos Franco arenoso y franco arcillo arenoso, de color pardo a pardo oscuro rojizo con un pH de 4.5 a 6.5 con aptitud agrícola (ZONISIG, 2000).

2.4.. Condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas de la comunidad de Narvaez donde se realizara el trabajo, cuentan con las siguientes características climáticas.

2.4.1. Precipitación.

Precipitación media anual de 1150.7 mm/año siendo la época más lluviosa el mes de diciembre, enero y febrero y el de menor precipitación el mes de junio, julio y agosto.

2.4.2. Temperatura.

La temperatura Max. Media de 40.0 °C , y la temperatura Min. Media de -7,0° C.

2.4.3. Humedad relativa.

Tiene una humedad relativa del 71% llegando a alcanzar hasta un 78%.

2.5.CARACTERISTICAS AGROECOLOGICAS

2.5.1. Vegetación

Entre la flora más importante de la zona tenemos los siguientes:

Árboles frutales.

Los árboles frutales que mayormente se explotan en la zona son:

Tabla 1.-Nombres técnicos de los frutales.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	<i>Rosaceae</i>
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	<i>Rosaceae</i>
Manzano	<i>Malus domestica</i> Borkh	<i>Rosaceae</i>
Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	<i>Rosaceae</i>

2.5.2. Cultivos predominantes de la comunidad

Los cultivos más sobresalientes de la región son los siguientes:

Tabla 2.-Nombres técnicos de los cultivos

Nombre común	Nombre científico	Familia
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	<i>Solanaceae</i>
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	<i>Poaceae</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	<i>Poaceae</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae

2.5.3. Árboles forestales

Entre los más Destacados se Tiene.

Tabla 3.- Nombres técnicos de los árboles forestales.

Nombre común	Nombre científico
Cedro	<i>Cederela balansae</i>
Pino del cerro	<i>Podocarpus parlatorei</i>
Aliso	<i>Alnus glutinosa</i>
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>
Churqui	<i>Acacia cavens</i>
Lecherón	<i>Sebastiania sp</i>
Tusca	<i>Acaccia aroma</i>

3. MATERIALES

3.1. Material vegetal

Se seleccionaron los árboles y los brotes del año pasado de los cuales se utilizaron 1350 estacas de la especie (*Cydonia Oblonga* Mill.) con diferente longitud de corte (15cm, 25cm y 30 cm).

3.2. Material empleado

A fin de lograr de forma eficiente los objetivos propuestos del presente estudio se recurrió al empleo de determinados materiales, instrumentos, herramientas, y productos sintetizantes.

3.3. Enraizadores

- **NAFUSAKU ®16:** tiene como ingrediente activo la sal sódica del ácido alfa naftalen acético. Introducir hasta una profundidad de 2 a 4 cm en NAFUSAKU®16 durante 8 a 12 horas.
- **BONTONE ROOTING POWDER:** Las estacas deben de estar en condiciones frescas. Introducir (aproximadamente, 2 a 4 cm) la parte húmeda de la estaca en el recipiente que contenga el polvo de BONTONE ROOTING POWDER, de tal manera que se impregne el polvo en la estaca.
- **FULLBIO:** aplicar 6 ml. Para 10 litros de agua sumergir las estacas aproximadamente, 2 a 4 cm, durante 4 a 6 horas la parte húmeda de la estaca en el recipiente que contenga el producto, colocar la estaca en un hoyo hecho previamente, evitando que frote la estaca al introducirla.

3.4. INSTRUMENTOS DE MEDICION

- Metro
- Regla
- Wincha métrica

3.5.HERRAMIENTAS Y MATERIAL DE CAMPO

- Tijera de podar
- Carretilla
- Marcadores
- Planillas de evaluacion
- Cámara fotografica
- Bolsas de polietileno (med. 10*25cm)
- Regadera
- Tierra
- Arena
- Abono de monte

- Pala (grande y pequeña)
- Cuchillo
- Baldes
- Computadora
- Hojas de papel
- Material de escritorio
- Azada

3.6. METODOLOGIA

3.6.1. Diseño Experimental

En el siguiente trabajo de investigación se aplicó el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3×3) con 9 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 27 unidades experimentales, según el planteamiento siguiente se utilizó este diseño ya que es el más apropiado para este trabajo de investigación.

3.6.2. Factores

3.6.2.1. Fator enraizadores (E).

Tabla 4. Enraizadores:

Factor	Enraizador
Enraizador E1	Nafusaku
Enraizador E2	Bontone rooting poder
Enraizador E3	Fullbio

3.6.2.2. Factor tamaño o longitud (L)

Tres tamaños de estacas:

- Tamaño 1: 15cm
- Tamaño 2: 25 cm
- Tamaño 3: 30 cm

3.6.2.3. Los Tratamientos en estudio resultaron de la combinación de los enraizadores con los tamaños o longitudes (Factor L*E).

Tabla 5. Tratamientos

Trat	Simb.	Descripción.
T1	L1 E1	Longitud 15cm + nafusaku 50
T2	L1E2	Longitud 15cm + bontone rooting powder
T3	L1E3	Longitud 15cm + fullbio
T4	L2E1	Longitud 25 cm + nafusaku 50
T5	L2E2	Longitud 25 cm + bontone rooting powder
T6	L2E3	Longitud 25 cm + fullbio
T7	L3E1	Longitud 30 cm + nafusaku 50
T8	L3E2	Longitud 30 cm + bontone rooting powder
T9	L3E3	Longitud 30 cm + fullbio

3.7.DISEÑO DE CAMPO



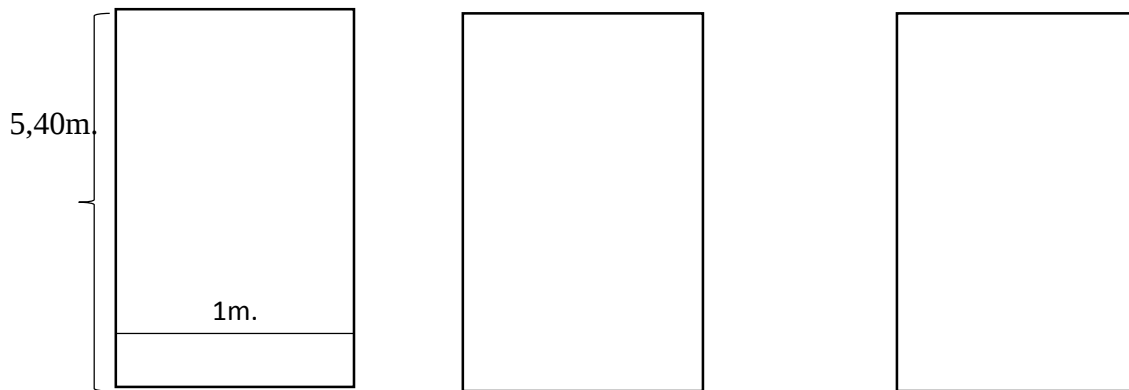
La distribución de los tratamientos fue al azar.

Las unidades de investigación total se conformaron por 1350 estacas, y cada unidad experimental por 50 estacas de las cuales se evaluarán 3 plantas por tratamiento al azar

3.8. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO

3.8.1. Trazado y excavado de fosas

El trazado y excavado se realizó de forma manual utilizando wincha y estacas, de medida cada fosa de 5,40m de largo * 1m de ancho con profundidad de 10 a 15 cm.



3.8.2. Sustrato empleado

El sustrato utilizado fue recolectado de manera manual, la tierra vegetal y arena en fecha 16 al 19 de agosto. La medición fue en carretillas:

- cantidad de tierra vegetal 13 y ½ carretillas.
- Cantidad de abono de monte 3 carretillas.
- Cantidad de arena 2 carretillas

3.8.3. Obtención del Material Vegetativo

El material vegetativo se obtuvo de las plantas de membrillo de mi parcela la selección de las varas fueron del año anterior, cortando en dimensiones de 15cm, 25 cm y 30 cm.

3.8.4. Aplicación de los Enraizadores

Se utilizó tres tipos de enraizadores (NAFUSAKU, BONTONE ROOTING POWDER Y FULLBIO) en las estacas. Introduciendo conocimientos técnicos para la toma de datos de esta dicha evaluación presentando una evaluación directa y

minuciosa en el campo para la toma de datos confiables con el propósito de una información clara.

- **NAFUSAKU:**

Uso para tratamiento de gajos y estacas leñosas en general.

Estimula y acelera la emisión de raíces

Estacas en general para forestación.

Dosificación: 6 gr en 3 litros de agua las piezas vegetales se emparejan se atan en manojos y se colocan con su base en la solución a una profundidad de 2 a 3 cm.

Las estacas deben permanecer en inmersión durante 12 horas luego se extraen y se plantan sin demoras en el almacigo o vivero.

- **BONIDE ROOTING POWER:**

Instrucciones de aplicación:

Tome esquejes de una planta vigorosa y saludable. Retire las hojas o flores de la base del esqueje. Revuelva los extremos cortados en este producto. Plante esquejes tratados en un medio de enraizamiento como tierra para macetas. Regulación de la niebla Mantenga un medio moderadamente húmedo hasta que se establezcan las raíces. Los esquejes tratados no deben tener menos de 60 ° F de temperatura. Tratamiento general de semillas, bulbos, bulbos y raíces de plantas ornamentales: Coloque este producto y los bulbos, bulbos o raíces en una bolsa o recipiente sellado. Agite bien para depositar una capa ligera. 1 onza de este producto debe tratar aproximadamente 2.800 esquejes promedio.

- **FULLBIO:**

Manejo:

Preparación:

12 ml.....20lts de agua

Hacer manojos de estacas y Sumergir durante 4 horas en el bioestimulador.

Compatibilidad:

Se recomienda hacer una pre-mezcla con una pequeña cantidad del producto el tanque deseado y observar los posibles cambios adversos (precipitación, floculación, etc.) así como demostrar la eficacia y asegurar que no haya efectos fitotóxicos.

3.8.5. Estaqueo

La época de estaqueo se realizó en 20 de agosto 2021. Se realizó el embolsado de tierra vegetal en bolsas de nilón de mediadas de 10cm*25cm, para pasar luego al estaqueado. Se retiró las estacas de los enraizadores y se colocó en las bolsas previamente preparadas, plantando a una profundidad de 1/3 de su tamaño.

3.8.6. Riego

El riego fue de acuerdo a la humedad requerida por la estaca. El riego fue realizado de forma constante en los 7 primeros días, después del estaqueado.

3.8.7. Deshierbe

Se realizó el desmalezado de algunas malas yerbas en todos los tratamientos cuando el caso lo ameritaba de forma manual.

4. VARIABLES RESPUESTAS

a. Longitud (cm) de la raíz a los tres meses

Se midió en centímetros a los 90 días en tres plántulas tomadas al azar de cada tratamiento y repetición.

b. Numero de Estacas brotadas en cada tratamiento.

En cada unidad experimental, conformada por 50 plántulas se registró el número de estacas brotadas de 50 estacas a los 90 días después de la fase de enraizamiento.

c. Tamaño de los brotes en centímetros.

Se procedió a medir la altura de los brotes en cm. En todas las estacas brotadas por tratamiento a los 90 días, iniciando desde la base hasta la parte terminal del brote.

d. Relación c/b (bs).

Se tomó en cuenta la hoja de costos de la propagación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. NUMERO DE ESTACAS BROTADAS EN CADA TRATAMIENTO

Tabla 6. Tabla de datos recogidos del número de estacas brotadas

TRATAMIENTOS	REPLICAS		
	I	II	III
T1 (E1T1)	1,00	3,00	1,00
T2 (E1T2)	6,00	6,00	8,00
T3 (E1T3)	13,00	21,00	6,00
T4 (E2T1)	15,00	7,00	11,00
T5 (E2T2)	41,00	44,00	44,00
T6 (E2T3)	43,00	43,00	47,00
T7 (E3T1)	2,00	9,00	1,00
T8 (E3T2)	15,00	5,00	10,00
T9 (E3T3)	33,00	37,00	28,00

Tabla 7. Cuadro de sumatorias y medias

	SUMA	MEDIA
T1 (E1T1)	5,00	1,67
T2 (E1T2)	20,00	6,67
T3(E1T3)	40,00	13,33
T4 (E2T1)	33,00	11,00
T5 (E2T2)	129,00	43,00
T6 (E2T3)	133,00	44,33
T7 (E3T1)	12,00	4,00
T8 (E3T2)	30,00	10,00
T9 (E3T3)	98,00	32,67
TOTAL	500,00	18,52

De los datos obtenidos en la variable de la brotación se observa promedios desde 1,67 en el tratamiento T1 (E1T1) hasta los 44,33 de brotación en el tratamiento T6 (E2T3), siendo el mismo el más elevado en cuanto al enraizado obtenido.

Tabla 8. Interacción enraizante * tamaño

	T1	T2	T3	TOTALES	MEDIA
E1	5,00	20,00	40,00	65,00	7,22
E2	33,00	129,00	133,00	295,00	32,78
E3	12,00	30,00	98,00	140,00	15,56
SUMA	50,00	179,00	271,00	500,00	
MEDIA	5,56	19,89	30,11		

Considerando la tabla de doble entrada donde se aprecia la interacción de los promedios obtenidos vemos que los enraizantes 2 y 3 ofrecieron la mejor eficacia con un promedio de 32,78 y 15,56 de enraizado de estacas, asimismo en los tamaños se evidenció que el tamaño 2 y 3 ofrecieron promedios de 19,89 y 30,11 respectivamente.

Tabla 9. Análisis de varianza

ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA)

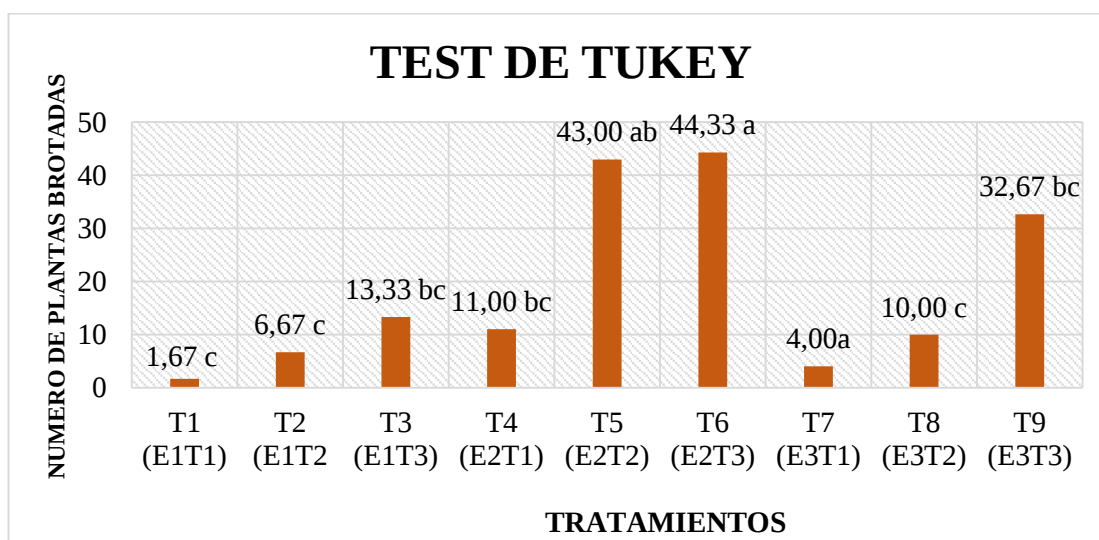
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	6.771,41	846,43	51,59	2,51	3,71
ERROR	18	295,33	16,41			
FACTOR ENRAIZANTE (E)	2	3.057,41	1.528,70	93,17	3,55	6,01
FACTOR TAMAÑO (T)	2	2.738,74	1.369,37	83,46	3,55	6,01
INTERACCION (E / T)	4	975,26	243,81	14,86	2,93	4,58
TOTAL	26	7.066,74				

Coefficiente de variación: 21,87 %

Tal como se puede apreciar en el Cuadro del análisis de varianza, vemos que existe diferencias altamente significativas en los tratamientos de la misma forma en el factor enraizante, factor tamaño y en la interacción de los factores (enraizante * tamaño) al 1 y 5 % de probabilidad de error, sin embargo, para todas estas fuentes de variación es necesario realizar una prueba de comparación de medias. Por otro lado, es claro que existe una homogeneidad media notable de los datos, ya que el coeficiente de variación está cerca de los 21,87 %.

Según Mamani (2013), en una investigación realizada en plantines de café (*Coffea arabica* L.), bajo similares condiciones del presente trabajo de investigación donde se obtuvo un porcentaje de coeficiente de variación de 21,87 %, un porcentaje muy parecido a lo obtenido en la presente investigación.

Grafico 1. Prueba de comparación de medias para los tratamientos

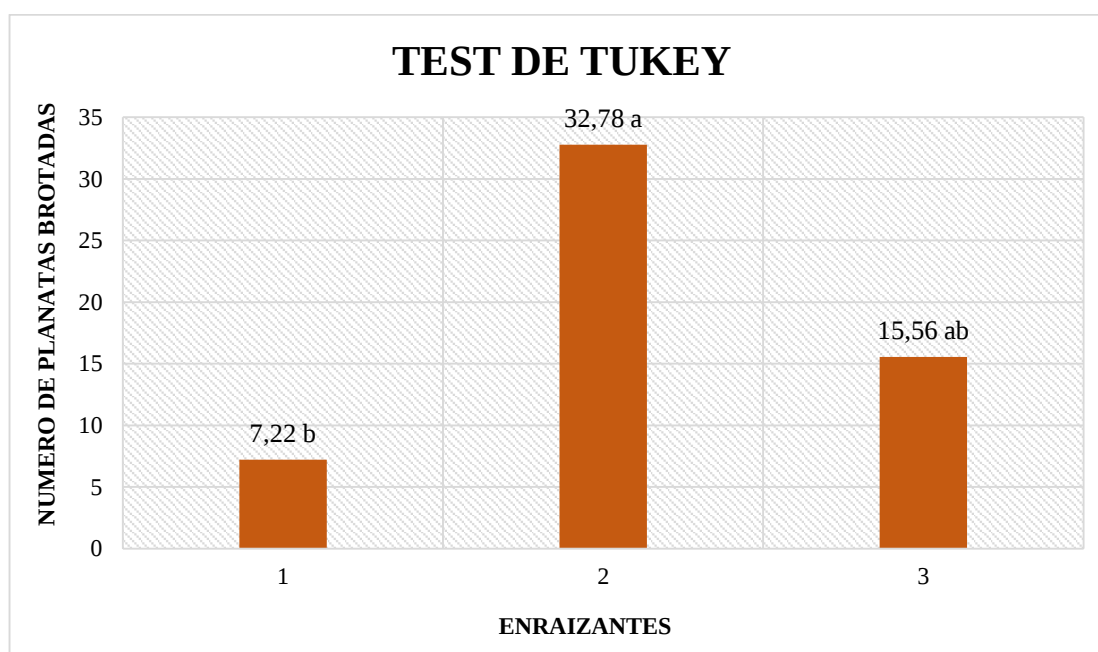


Realizado la prueba de comparación de medias a través del método de Tukey, vemos que existen diferencias estadísticas, donde los mejores promedios fueron los tratamientos T5 (E2T2) y T6 (E2T3) con promedios superiores a los 44,33 compartiendo la letra A, mientras que los promedios de los demás tratamientos muestran con claridad que los promedios de los demás están por debajo de los 32 bajando hasta los 1,67 de promedio de brotación.

Cabe mencionar que el bajo promedio de brotación está ligado a múltiples factores desde la obtención de estacas hasta el manejo realizado durante el desarrollo. Las

estacas deben cosecharse de plantas vigorosas, sin enfermedades tanto de origen fúngico como viral o bacteriano. También las plantas madres tienen que estar libre de plagas, no deben presentar ningún tipo de síntomas de ataques de insectos. Respecto al aspecto nutricional, es importante que no presenten síntomas de deficiencia de nutrientes (clorosis), pero no son necesarios planes de fertilización especiales. Tanto el exceso como la falta de fertilización son perjudiciales para el enraizamiento de las estacas. En cuanto al estado hídrico, al momento de la cosecha de las estacas, las plantas no deben manifestar síntomas de deficiencia de agua (INTA, 2016).

Grafico 2. Prueba de comparación de medias para los enraizantes

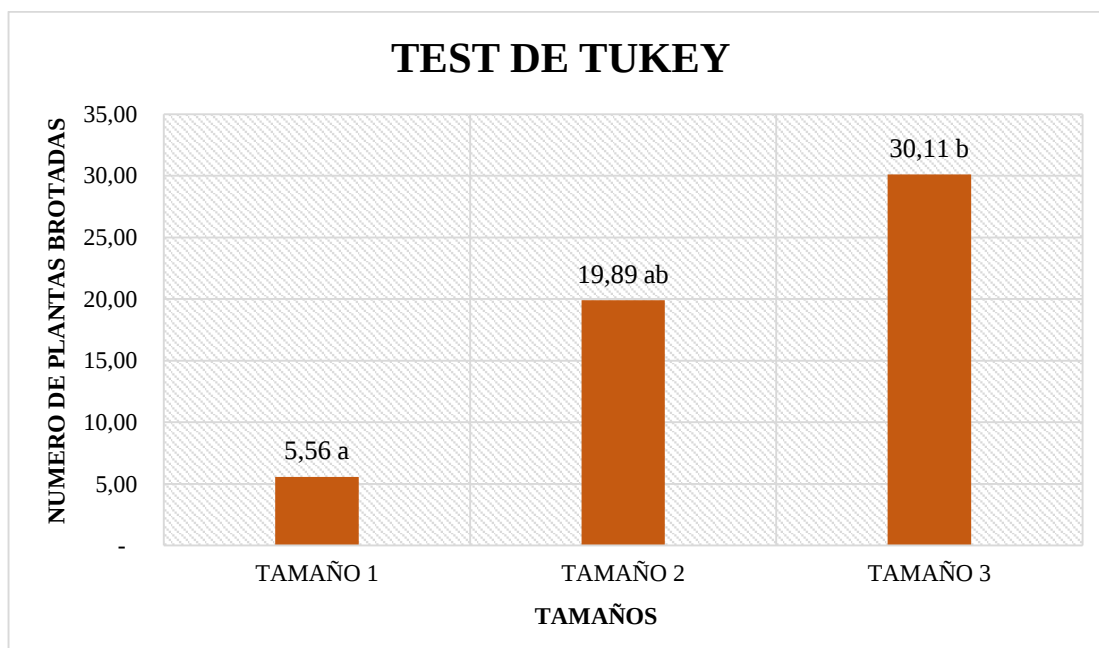


La prueba de comparación de medias realizada para el factor enraizante muestra que existe diferencias estadísticamente significativa entre sí, donde el enraizante 2 fue el que alcanzó el mejor promedio con 32,78 (con un porcentaje de 65,56%) de brotación representada por la letra A, seguido del enraizante 3 con un promedio de 15,56 (con un porcentaje de 31,12%) representado por las letras AB, mientras que el enraizante 1 alcanzó un promedio de 7,22 (con un porcentaje de 14,44%) de brotación representado por la letra B.

En una investigación utilizando AIB+ANA, AIB y ANA se obtuvo promedios de 87,67, 77,83 y 64,33 de porcentaje de brotación respectivamente siendo los

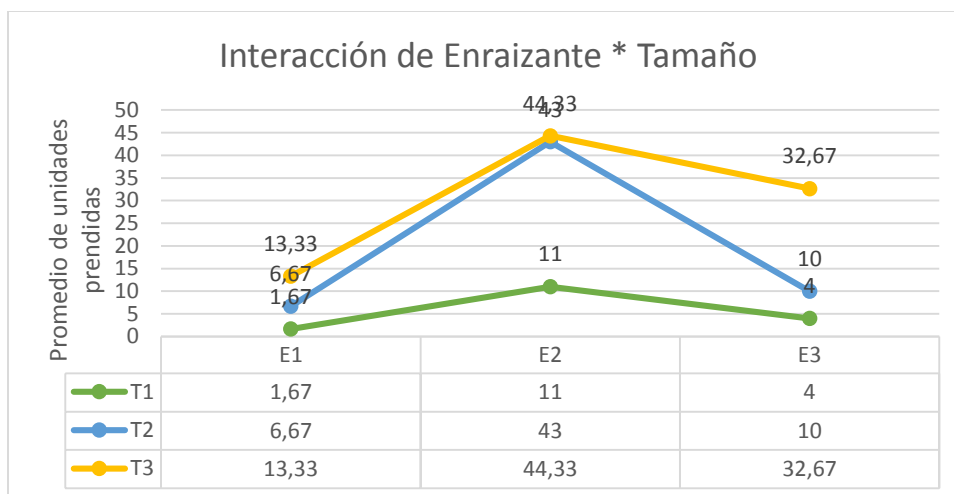
promedios más elevados, cabe mencionar que estos porcentajes pudieron ser influenciados por diferentes factores como la temperatura, la humedad y la luminosidad (Flores, 2017).

Grafico 3. Prueba de comparación de medias para los tamaños de estacas



El Gráfico 3, muestra el comportamiento de los promedios que existen entre el factor tamaño, y con ayuda del test de Tukey se pudo observar que el tamaño 1 y 2 son estadísticamente diferentes, con promedios de 5,56 y 19,89 de brotación, mientras que el tamaño 3 alcanzó un promedio de 30,11 representado por la letra B.

Es de considerar que unas estacas bien formidables de entre 20 y 30 centímetros de longitud son ideales para propagarlos además de tener entre 6 a 9 milímetros de diámetro para obtener mejores resultados en cuanto a brotación (IICA, n.d.).

Grafico 4. Interacción de Enraizante * Tamaño

En cuanto a la interacción entre el enzaizante y los tamaños se evidenció una interacción notable, ya que en el Gráfico se observa que con el enraizante 2 con el tamaño 3 se obtuvo un promedio de 87,33 % de brotación mismo que se repitió con el enraizante 3 y el tamaño 2 con un porcentaje igual siendo los promedios más altos obtenidos en la investigación.

6. LONGITUD DE RAÍZ (Cm)

Tabla 10. Tabla de datos recogidos de longitud de raíz

TRATAMIENTOS	I	II	III
T1 (E1T1)	3,57	3,23	3,23
T2 (E1T2)	6,93	5,00	8,13
T3 (E1T3)	12,67	9,67	6,13
T4 (E2T1)	7,20	4,33	5,33
T5 (E2T2)	9,33	7,33	5,57
T6 (E2T3)	5,67	4,53	2,77
T7 (E3T1)	5,43	7,67	7,27
T8 (E3T2)	9,60	7,23	11,00
T9 (E3T3)	13,50	8,67	9,67

Tabla 11. Tablas de sumatorias y medias de la longitud de la raíz.

	SUMA	MEDIA
T1 (E1T1)	10,03	3,34
T2(E1T2)	20,07	6,69
T3(E1T3)	28,47	9,49
T4(E2T1)	16,87	5,62
T5(E2T2)	22,23	7,41
T6(E2T3)	12,97	4,32
T7(E3T1)	20,37	6,79
T8(E3T2)	27,83	9,28
T9(E3T3)	31,83	10,61
TOTAL	190,67	7,06

Tabla 12. Interacción enraizante * tamaño

	T1	T2	T3	TOTALES	MEDIA
E1	10,03	20,07	28,47	58,57	6,51
E2	16,87	22,23	12,97	52,07	5,79
E3	20,37	27,83	31,83	80,03	8,89
SUMA	47,27	70,13	73,27	190,67	
MEDIA	5,25	7,79	8,14		

Analizando los promedios generados en la tabla de doble entrada correspondientes a la interacción de enraizantes * tamaño vemos que los mejores promedios en cuanto al enraizante fueron obtenidos con los enraizantes 1 y 3 con promedios 6,51 y 8,89 centímetros, por otro lado, en el factor tamaño vemos que los mejores promedios fueron obtenidos por los tamaños 2 y 3 con promedios de 7,79 y 8,14 centímetros de longitud.

Respecto a la longitud de raíces los datos recogidos muestran que existe diferencias entre los promedios ya que van desde los 3,34 centímetros de longitud de raíz hasta

los 10,61 centímetros de longitud en los tratamientos T1 (E1T1) y T9 (E3T3), respectivamente, por otro lado, vemos que el promedio general es poco superior a los 7 centímetros de longitud de raíces.

La presencia de hojas en la estaca constituye un fuerte estímulo para la iniciación de las raíces, la pérdida de agua por las hojas puede reducir el contenido de agua de las estacas a un nivel tal que ocasione su muerte antes de que pueda efectuarse la formación de raíces. Para lograr un buen enraizamiento de las estacas con hojas es esencial que éstas mantengan su turgencia y que tengan un potencial de agua elevado (Hartmann y Kester 1998, Citado por Flores, 2017).

Tabla 13. Análisis de varianza

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	141,39	17,67	4,88	2,51	3,71
ERROR	18	65,18	3,62			
FACTOR ENRAIZANTE (E)	2	47,60	23,80	6,57	3,55	6,01
FACTOR TAMAÑO (T)	2	44,77	22,38	6,18	3,55	6,01
INTERACCION (E / T)	4	49,03	12,26	3,38	2,93	4,58
TOTAL	26	206,57				

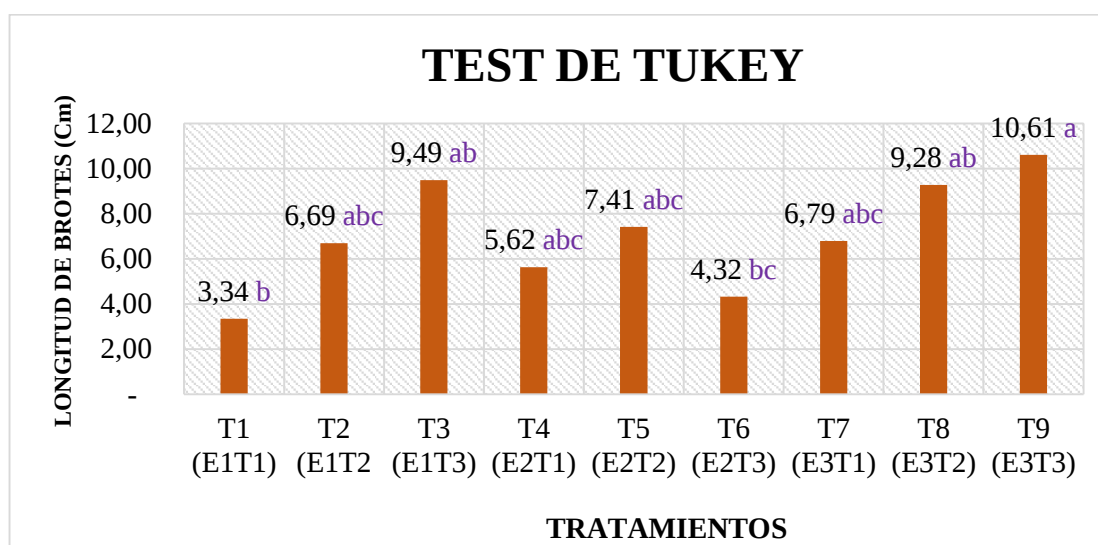
Coefficiente de variación: 26,95 %

Concluido el análisis de varianza vemos que existe diferencias altamente significativas en los tratamientos, en el factor enraizante y en el factor tamaño al 1 y 5 % de probabilidad de error, por otro lado también existe diferencias significativas al 5 % de probabilidad de error para la interacción de los dos factores en estudio por lo que es necesario recurrir a una prueba de comparación de medias para las fuentes de variación correspondientes, asimismo denotamos que los datos recogidos son poco heterogéneos ya que superan los 25 % de coeficiente de variación.

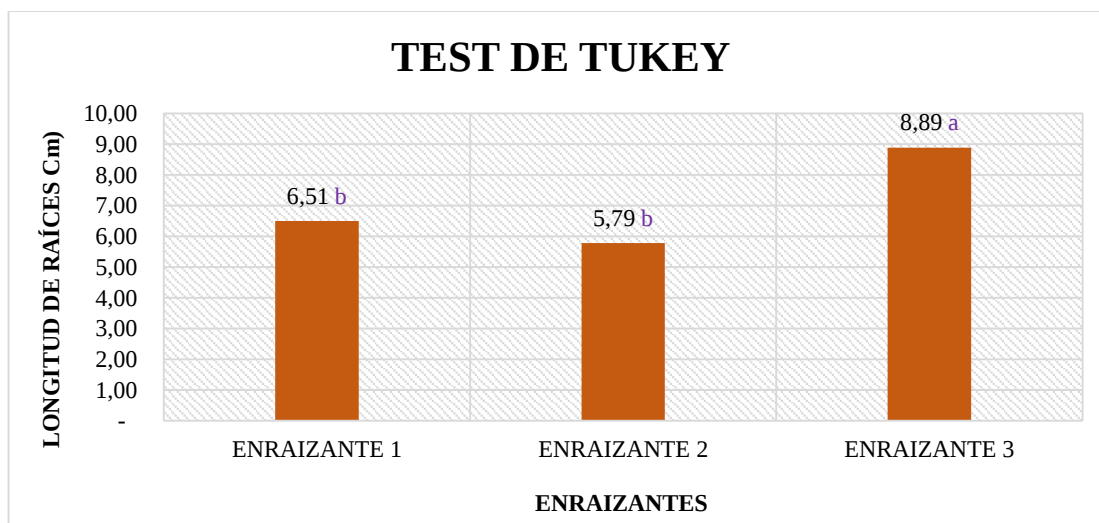
Considerando las condiciones de las medidas de dispersión en diseños experimentales expuestos por Dicovski (2010), un coeficiente de variación de 26,95 % es normal en experimentos con múltiples efectos externos, ya que afirma que en investigación social descriptiva o en variables biológicas no controladas como es una plaga, es común que los CV sean grandes. Además, propone que la fórmula adecuada para calcular el coeficiente de variación en un diseño experimental debe ser la siguiente:

$$CV = (\sqrt{CMError/\bar{X}}) * 100$$

Grafico 5. Prueba de comparación de medias para los tratamientos

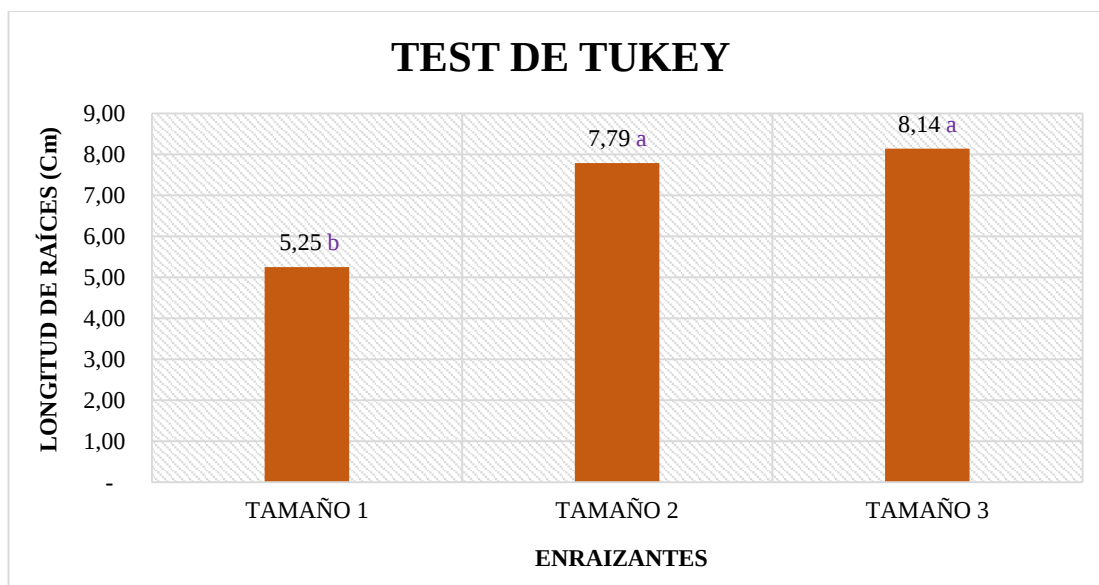


El gráfico 5 muestra las diferencias estadísticas entre los tratamientos donde vemos que el tratamiento T9 (E3T3) alcanzó el más alto promedio de 10,61 centímetros de longitud de raíces representado por la letra A, seguido de los tratamientos T3 (E1T3) y T8 (E3T2) con un promedio de 9,49 y 9,28 respectivamente ambos representados por las letras AB, mientras que los demás tratamientos estuvieron por debajo de los 8 centímetros de longitud de raíz.

Grafico 6. Prueba de comparación de medias para los enraizantes

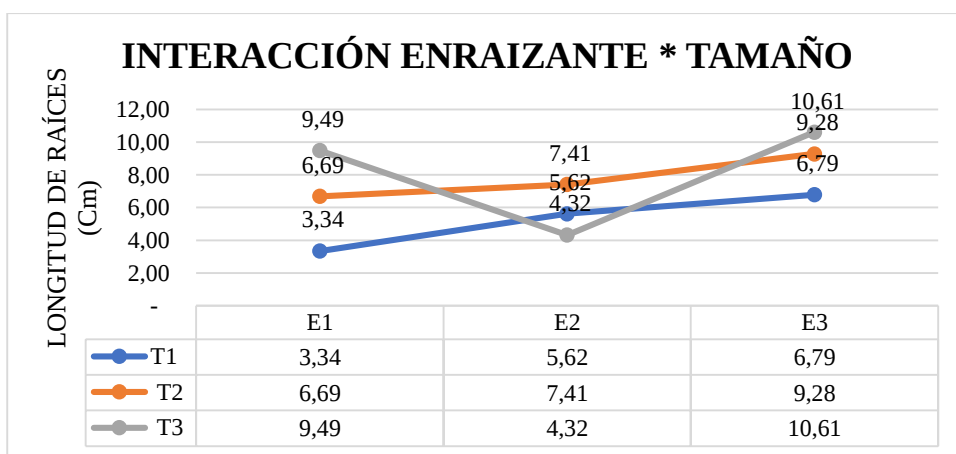
Realizado la prueba de comparación de medias para el factor enraizantes vemos que los promedios se agrupan en dos niveles de entre los cuales el primer nivel fue alcanzado por el enraizante 3 con un promedio de 8,89 centímetros de longitud de raíz representado por la letra A, mientras que los enraizantes 1 y 2 alcanzaron promedios de 6,51 y 5,79 centímetros de longitud respectivamente ambos representados por la letra B.

Grafico 7. Prueba de comparación de medias para los tamaños de estacas



Concluido la prueba de comparación de medias para el factor tamaño evidenciamos que las diferencias estadísticas son notables entre dos niveles agrupando en el primer nivel los dos tamaños 2 y 3 con promedios de 7,79 y 8,14 centímetros de longitud de raíces ambos representados por la letra A, mientras que el tamaño 1 fue el que alcanzó un promedio de 5,25 centímetros de longitud de raíz representado por la letra B.

Grafico 8. Interacción de Enraizante * Tamaño



Observando la interacción entre los factores de enraizante por los tamaños, vemos que es notable la influencia que tiene el enraizante ya que con el enraizante 3 y el tamaño 3 se obtuvo el mejor promedio de longitud con 10,61 centímetros, también se

observa que el tamaño 3 con el enraizante 1 obtuvo un promedio de 9,49 siendo uno de los más elevados en cuanto a la variable estudiada.

7. LONGITUD DE BROTES (Cm)

Tabla 14. Tabla de datos recogidos de longitud de brotes

TRATAMIENTOS	REPLICAS		
	I	II	III
T1 (E1T1)	5,00	5,20	5,64
T2 (E1T2)	17,12	15,87	16,92
T3 (E1T3)	14,94	13,61	15,73
T4 (E2T1)	15,35	16,51	16,46
T5 (E2T2)	14,89	11,81	16,36
T6 (E2T3)	15,87	16,33	15,73
T7 (E3T1)	10,35	7,04	10,75
T8 (E3T2)	12,23	9,63	7,32
T9 (E3T3)	27,80	20,44	22,80
SUMA	133,54	116,44	127,71

Tabla 15. Tabla de sumatorias y medias de longitud de brotes.

	SUMA	MEDIA
T1(E1T1)	15,84	5,28
T2(E1T2)	49,91	16,64
T3(E1T3)	44,28	14,76
T4(E2T1)	48,32	16,11
T5(E2T2)	43,06	14,35
T6(E2T3)	47,93	15,98
T7(E3T1)	28,14	9,38
T8(E3T2)	29,18	9,73
T9(E3T3)	71,04	23,68
TOTAL	377,69	13,99

Respecto a la variable de longitud de brotes no existió mucha variación entre los promedios obtenidos, y que estos promedios van desde los 6,40 hasta los 17,35 centímetros en los tratamientos T1 (E1T1) y T9 (E3T3) respectivamente, mientras que los demás tratamientos estuvieron entre 8 y 16 centímetros de longitud de brotes, además de obtener un promedio general de 17,35 centímetros.

Tabla 16. Interacción enraizante * tamaño

	T1	T2	T3	TOTALES	MEDIA
E1	15,84	49,91	44,28	110,02	12,22
E2	48,32	43,06	47,93	139,31	15,48
E3	28,14	29,18	71,04	128,36	14,26
SUMA	92,30	122,14	163,25	377,69	
MEDIA	10,26	13,57	18,14		

Tal como se aprecia en el Cuadro 14, vemos que los promedios más elevados de longitud de brotes son de 15,48 y 14,26 centímetros en los enraizantes 2 y 3 respectivamente mientras que el enraizante 1 obtuvo un promedio de 12,22 centímetros de longitud de brotes, por otro lado, vemos que existe diferencias considerables entre los promedios obtenidos por los tres tamaños ya que los promedios son de 10,26; 13,57 y 18,14 centímetros de longitud de brotes en los tamaños 1, 2 y 3 respectivamente.

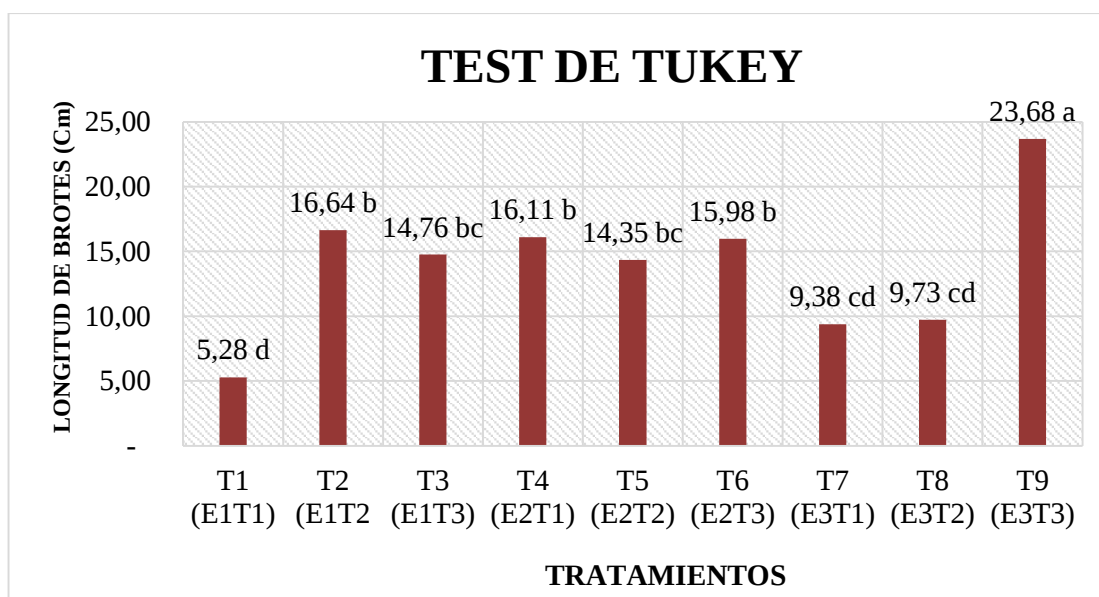
Tabla 17. Análisis de varianza

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	F Calculada	F tabulada	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	8	676,03	84,50	23,83 **	2,51	3,71
ERROR	18	63,84	3,55			
FACTOR ENRAIZANTE (E)	2	48,65	24,32	6,86 **	3,55	6,01
FACTOR TAMAÑO (T)	2	282,06	141,03	39,76 **	3,55	6,01
INTERACCION (E / T)	4	345,32	86,33	24,34 **	2,93	4,58
TOTAL	26	739,87				

Coefficiente de variación: 13,46 %

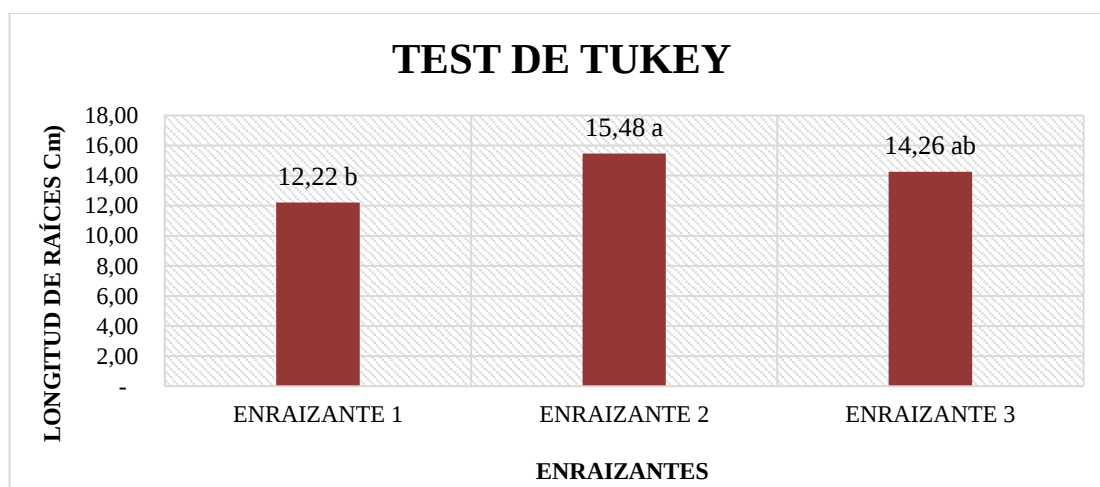
Observado el análisis de varianza vemos que existe diferencias altamente significativas en los tratamientos, de la misma forma en los factores enraizantes y factor tamaño, así también en la interacción de ambos factores al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que es necesario realizarse una prueba de comparación de medias para las fuentes de variación correspondientes. Por otro lado, el coeficiente de variación muestra que los datos son medianamente homogéneos alcanzando un coeficiente de variación de 13,46 %, lo que indica que el trabajo fue llevado correctamente ya que el coeficiente está dentro de los niveles permitidos dentro de investigaciones a capo abierto.

Gráfico 9. Prueba de comparación de medias para los tratamientos



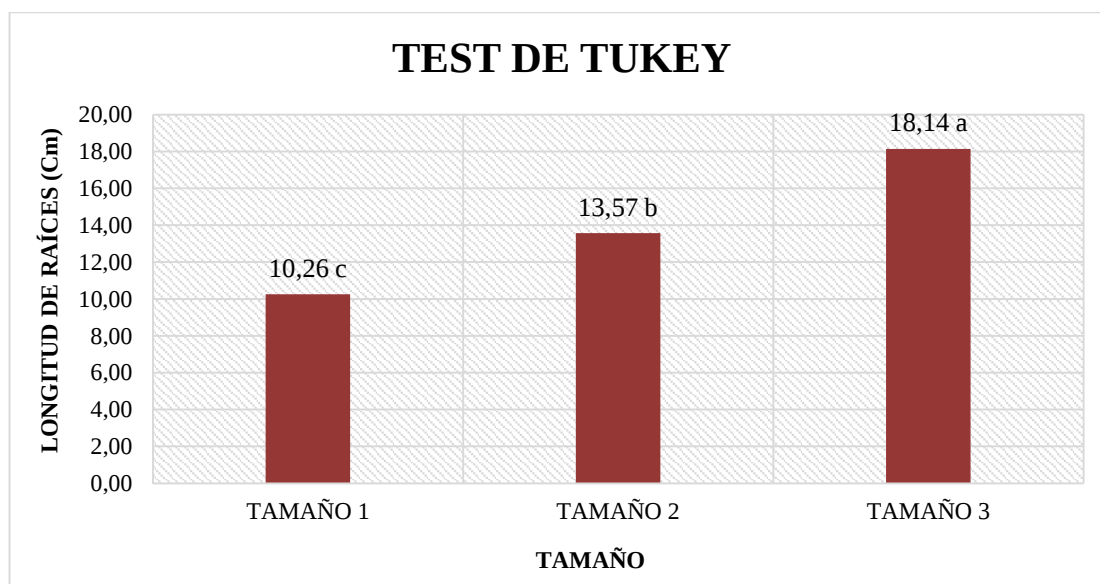
Tal como se puede apreciar en los tratamientos vemos que el mejor tratamiento llega a ser el tratamiento T9 (E3T3) con un promedio de 23,68 de diámetro de brote siendo el más alto representado por la letra A, seguido de los tratamientos T2, T4 y T6 con promedios de 16,64; 16,11 y 15,98 respectivamente representados por la letra B siendo estadísticamente iguales, a esto se los incluye a los tratamientos T3 y T5 con promedios de 14,76 y 14,35 que comparten la letra B con los tratamientos anteriormente mencionados, mientras que los restantes son diferentes en promedio y estadísticamente ya que tienen promedios inferiores a 10 centímetros de longitud de brotes.

Grafico 10. Prueba de comparación de medias para los enraizantes.



Así también observando los valores obtenidos en cuanto a los promedios de longitud en el factor enraizante, vemos que el promedio más alto fue obtenido por el enraizante 2 con 15,48 centímetros de longitud, seguido del enraizante 3 el cual obtuvo un promedio de 14,26 centímetros de longitud siendo estadísticamente igual al enraizante 2 ya que comparten la letra A, mientras que el enraizante 1 obtuvo un promedio de 12,22 siendo este el menos promedio representado por la letra B.

Grafico 11. Prueba de comparación de medias para los tamaños de estacas



De acuerdo con el test de tukey realizado para el factor tamaño vemos que existe diferencias entre todos los promedios obtenidos, ya que el promedio más elevado

alcanzó un promedio de 18,14 representado por la letra A correspondiente al tamaño 3, mientras que el tamaño 2 alcanzó los 13,57 centímetros de longitud representado por la letra B, y muy por debajo el tamaño 1 el cual obtuvo un promedio de 10,26 representado por la letra C.

8. ANÁLISIS ECONÓMICO R B/C

Tabla 18. Relación Beneficio Costo

TRATAMIENTO	Coste Total (Bs)	Beneficio (Bs)	Beneficio/Costo
T1 (E1T1)	1880,00	167,67	0,01
T2 (E1T2)	1880,00	667,67	0,35
T3 (E1T3)	1880,00	1333,00	0,71
T4 (E2T1)	1866,67	1100,00	0,59
T5 (E2T2)	1866,67	4300,00	2,30
T6 (E2T3)	1866,67	4433,00	2,37
T7 (E3T1)	1746,67	400,00	0,22
T8 (E3T2)	1746,67	1000,67	0,57
T9 (E3T3)	1746,67	3267,00	1,87

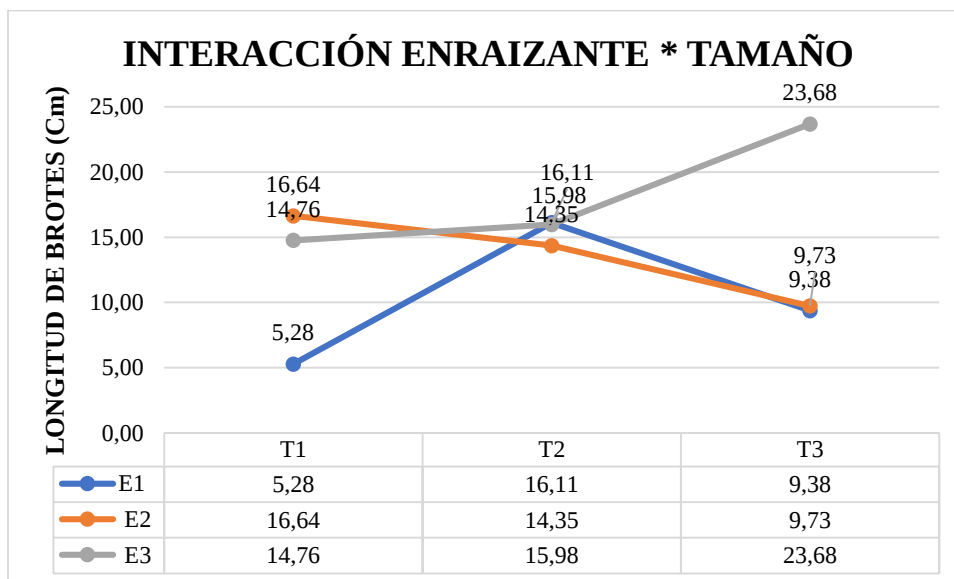
El presente análisis económico fue realizado basado en los siguientes datos:

- Costo total por 100 plantas en cada tratamiento
- Costo unitario por planta de Bs 10 para la venta

Considerando esos parámetros se pudo observar que existe diferencias muy notables en l relación beneficio costo, con los retornos negativos en los tratamientos T1 (E1T1), T2 (E1T2), T3(E1T3), T4(E2T1), T7 (E3T2) Y T8(E3T2) con una relación de beneficio costo de 0,01; 0,35; 0,71; 0,59; 0,22 Y 0,57 respectivamente, sin retorno positivo visible ya que por cada boliviano invertido solo retorno parte del capital, sin embargo en los demás tratamientos si se observó retornos positivos, siendo los mejores tratamientos donde se obtuvo el mayor retorno fueron los tratamientos T6(E2T3), T5 (E2T2) y T9 (E3T3) con un retorno de Bs 0,87; 1,30 y 1,37 por cada

boliviano invertido. Cabe mencionar que los retornos bajos fueron causados por el bajo porcentaje de brotación que se observó en los tratamientos.

Grafico 12. Interacción de Enraizante * Tamaño



De acuerdo a los datos obtenidos en los promedios de enraizante * tamaño, se ve que existe una interacción entre ambos factores, ya que con el enraizante 3 y el tamaño 3 se obtuvo el promedio más elevado con 23,68 centímetros de longitud de brotes, mientras que con el tamaño 2 y los tres enraizantes se obtuvieron valores entre 14 y 17 centímetros, tomando en cuenta que el brote con menor longitud fue obtenido en la interacción de enraizante 1 y tamaño 1 con un valor de 5,28 centímetros.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Concluyendo con los ensayos, la variable en el número de brotación de estacas a los tres meses se tuvo resultados promedio de brotación de un 44,33 de estacas brotadas de tamaño 25 cm con el enraizador fullbio, es decir que de 50 estacas 44,33 brotaron.
- En cuanto al efecto de los enraizantes, el enraizante bontone rooting powder y fullbio, correspondientes a los enraizantes 2 y 3, alcanzaron mejores promedios en cuanto a la longitud de raíz alcanzando promedios superiores a 8 centímetros de longitud, a diferencia de los obtenidos por el enraizante Nafuzaku, el cual no tuvo un efecto significativo.
- En la longitud de la raíz el efecto surgido por los tamaños utilizados los tamaños2 (25cm) y tamaño3 (30cm) alcanzaron mejores promedios ya que estos estaban superando los 7 centímetros de longitud de raíz, a diferencia del tamaño 1(15cm) que estuvo por debajo de los 6 centímetros de longitud.
- Respecto al análisis económico, observando el bajo porcentaje de brotación de algunos tratamientos, se pudo evidenciar que el mayor retorno fue obtenido por el tratamiento T7 (E3T1) con Bs 4 de retorno económico, y por detrás los tratamientos T5 (E2T2) y T6 (E2T3) con retornos positivos y considerables, a diferencia de los demás tratamientos con retornos muy bajos o en algunos casos negativos.

4.2.RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el enraizante bontone rooting powder para mayor eficacia en cuanto al enraizado de estacas, ya que este fue el que alcanzó mejores resultados.
- Se recomienda usar el tamaño 2 y 3 ya que incluso fuentes bibliográficas mencionan una longitud de estacas entre 20 y 30 centímetros, y confirmando con los resultados, los mejores fueron obtenidos por los tamaños 25 y 30 centímetros.
- Se recomienda a investigadores estudiar las enfermedades y plagas que se presenta en el estaqueo para complementar el trabajo.
- Se recomienda seguir con esta investigación generando más información al respecto ya que el cultivo del membrillero a partir de ahora es considerado una buena alternativa económica, sin embargo, no existe mucha información al respecto.