INTRODUCCIÓN

Presentación y Justificación

La pitahaya es un cultivo no tradicional originario de América tropical: México. Centro América y El caribe: siendo Colombia el principal exportador de esta finta exótica, finta que tiene una gran capacidad comercial y aceptación en el mercado internacional como Estados Unidos. Europa y Japón, tanto por su contenido nutricional, sabor y aroma, como por sus propiedades biofuncionales y medicinales (Dueñas *et al*.. 2008).

En Ecuador el cultivo se introdujo desde hace 16 años, encontrándose distribuido en las provincias de Pichincha. Santo Domingo de los Tsachilas y Palora (Molina, *et al*, 2009). creando nuevas oportunidades de emprendimiento para los agricultores y la generación de fuentes de empleo: sin embargo, la rápida transición de planta silvestre a cultivo de producción comercial, sin que exista el paquete tecnológico recomendado, ha ocasionado problemas en el manejo del cultivo de pitahaya, sobresaliendo los asociados con el establecimiento comercial del cultivo a partir de métodos de propagación asexual, tales como estacas, que siendo fáciles de realizar. presentan bajas tasas de propagación (Dallos, 2010: García, 2013).

Desde el punto de vista comercial, es propagada asexualmente mediante cladodios maduros o estacas: sin embargo, no se ha logrado obtener una técnica de propagación que garantice la obtención de plantas con un sistema radical abundante, uniforme y de buena calidad, repercutiendo inexorablemente en un bajo prendimiento en campo, retardo en la producción, baja producción y corta vida útil de las plantas, así como en la calidad del ñuto, incidiendo dilectamente en la demanda y exigencias del mercado internacional (Balaguera et al., 2010), y poniendo en riesgo la inversión para la implementación. que según la empresa PITASOL asciende a $25.000 la hectárea.

Colombia es el primer expoliador de esta finta no tradicional, comercializada a partir de la década de los 80 a países como Estados Unidos. Enropa y Japón (Dueñas *et al.*. 2008).

Actualmente son dos variedades comerciales conocidas y apetecidas por su contenido nutricional, sabor y aroma, así como por sus propiedades biofuncionales y medicinales, la variedad roja, de pulpa rosada o roja y sabor insípido: y la amarilla, de pulpa blanca y mejor producción, siendo más comercial debido a su sabor y mayor resistencia al transporte y almacenamiento (Orrico. 2013).

Según López *et al* (2000). el tamaño del cladodio. tiene influencia directa en el enraizamiento de estacas de pitahaya. Existen diferentes estudios de enraizamiento relacionados con la longitud de estacas, recomendando longitudes diferentes: OIRSA (2000) recomienda longitudes entre 25 y 30 cm. Mizrahi *et al*. (2002), entre 25 y 40 cm de longitud y Bastos *et al*. (2006) encontraron una respuesta más favorable con estacas de 25 cm respecto a estacas de 15 cm. por lo que en el presente estudio se evaluaron enraizamientos en estacas con longitud de las recomendadas y una superior, al mismo tiempo que se evaluó diferentes enraizadores, químico, orgánico y biológico, para determinar su interacción.

La pitahaya se propaga comercialmente asexualmente a través esquejes o cladodios. Sin embargo, no se han realizado investigaciones ni métodos para garantizar que las plantas obtengan un sistema radical abundante, uniforme y de alta calidad. Por lo tanto, se cree que hay problemas como bajo prendimiento en campo, retraso en la producción, baja y corta producción.

Planteamiento de problema

El desconocimiento de la propagación de la pitahaya, mediante cladodios maduros no ha logrado obtener una buena técnica de propagación, lo cual genera que las plantas tengan un menor prendimiento en campo y retraso en la producción además de cosechas irregulares y menor vida útil de la planta.

Objetivos

El presente trabajo de investigación se basa en los siguientes objetivos.

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos tipos de enraizantes en dos tamaños de cladodios en la propagación asexual de estacas de pitahaya (*Hylocereus spp*), a través de la determinación del porcentaje de prendimiento, bajo condiciones de invernadero en predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, dependiente de la U.A.J.M.S.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los enraizantes en la propagación asexual de estacas de Pitahaya (*Hylocereus spp*, bajo condiciones de invernadero en predios de la Facultad de ciencias Agrícolas y Forestales.
- Determinar la razón de tamaño de los cladodios en la propagación asexual de estacas de Pitahaya (*Hylocereus spp*), , bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar el efecto de la interacción entre enraizantes y tamaño de cladodios en la propagación asexual de la Pitahaya (Hylocereus spp).

Hipótesis

Aplicación de enraizantes a los cladodios de pitahaya, acelera el prendimiento de los mismos en vivero, estimulando el mayor desarrollo de raíces y crecimiento.

CAPITULO I

Marco teórico

1.1. Origen

Es originaria de Centroamérica**,** pues crecía en forma silvestre hasta ser descubierta por los españoles. El nombre se debe a un sinónimo de fruta escamosa y actualmente sus cultivos se han extendido incluso por otros continentes. Gracias a sus orígenes en América actualmente sus principales cultivadores son México y Nicaragua. El nombre de pitahaya proviene del idioma taíno. Sin embargo, es normal que la llamen también pitahaya, pitahaya, fruto del dragón (Japón), junco tapatío, fruta roja del edén (Israel) y pitahaya. (Rosa, 2022)

Muchos suelen centrar la historia de la pitahaya como un fruto que tuvo su primer origen en Guatemala, sin embargo, no existen muchos datos al respecto. Esta fruta se diferencia del resto debido a que su aspecto es rústico y sus componentes minerales son altos. (Rosa, 2022)

Desde luego, es importante resaltar que Israel también tiene grandes extensiones de terreno para el cultivo de la fruta de dragón. Existen varios tipos o variedades del cultivo siendo el más común el koubo. (Rosa, 2022)

1.2. Características botánicas

1.2.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophita

Clase: Mognoliopsida

Orden: Caryophilale

Familia: Cactaceae-Cactácea

Género: Hylocereus

Especie: spp

Tribu: Hylocereeae

Nombre científico: Hylocereus spp

Fuente: herbario UAJMS (2024).

1.3. Características morfológicas

La planta cactácea de la Pitahaya es perenne, epífita, trepadora con forma triangular, carnosa y de tallos verdes articulados. Sus tallos se componen de tres alas onduladas con márgenes festoneados córneos. Los segmentos del tallo pueden crecer hasta 6 m de largo. Cada canal de las alas festoneadas tiene de una a tres espinas cortas de 1,5 cm de espesor y algunas variedades son más espinosas que otras. (SciELOPeru, 2020)

1.3.1. La Raíz

Las raíces adventicias basales nacen en la parte del tallo que está dentro del suelo, son largas, delgadas y ramificadas que se distribuyen superficialmente en el suelo. Las raíces adventicias aéreas aparecen indistintamente a lo largo de los tallos, le sirven para fijarse como soporte y algunas de ellas llegan al suelo, con lo que amplían el área de absorción de humedad y nutrientes. Las pitahayas propagadas vegetativamente (por segmento de tallo) tienen los dos tipos de raíces adventicias, pero carecen de raíz principal. (Paco,2024)

De acuerdo con Infoagro (2015), la pitahaya presenta dos tipos de raíces los cuales se describen a continuación:

Las raíces primarias forman un sistema de raíces delgadas y superficiales con función de absorción.

Las raíces secundarias o adventicias se desarrollan en la parte aérea con función de sostén.

1.3.2. Tallo

Los tallos o vainas son muy ramificados, de color verde, suculentos, con tres aristas o caras y articulados por secciones rectas. Los bordes de las vainas presentan areolas, en las cuales se encuentran grupos de espinas de 2 a 4mm, consideradas hojas modificadas. De la parte superior de las areolas nacen flores y ramificaciones. El tallo actúa como regulador hídrico y participa en la fotosíntesis. (Moreira y Murillo, 2022)

1.3.3. Flores

Presenta flores hermafroditas, grandes (15-30cm de largo), tubulares y de color blanco, amarillento o rosado. De la parte inferior de la flor nacen grandes segmentos lanceolados, delgados y acuminados de color crema. Sus flores abren durante la noche, las cuales se encuentran orientadas hacia la luz de la luna. Pueden darse 5-6 ciclos de floración, donde en una misma planta pueden coincidir varios estadios fenológicos. Muchas de las especies requieren polinización cruzada, aunque son auto fértiles. (infoAgro, 2015)

Las flores de la pitahaya son muy vistosas y de un color muy atractivo alguna de ellas tiene forma de trompetas muy grandes y llamativas estas flores también se pueden utilizar en otros derivados de la pitahaya debido a que posee un rico aroma (Olvera et al., 2013).

1.3.4. Fruto

Se trata de una baya con forma oval, de unos 6-12 cm de diámetro y de color rojo o amarillo. La mayoría de las especies presentan una epidermis carnosa con brácteas triangulares de aspecto ceroso. La pulpa del fruto es translúcida, conteniendo en su interior numerosas semillas negras. Concretamente, la especie Selenicereus

megalanthus presenta una epidermis amarilla, tuberosa y provista de espinas (infoAgro, 2015)

Es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada, de 10-12 cm de diámetro; la corteza tiene brácteas escamosas de consistencia carnosa y cerosa; presenta abundantes semillas pequeñas (1mm) brillantes, distribuidas en toda la pulpa" (Vèlez y Zambrano, 2022)

1.3.5. Semillas

Estas son muy delicadas y son más notables en la variedad amarilla son pequeñas y muy sensibles además son usadas como laxantes debido a los ricos nutrientes que posee. Las semillas son de coloración negra y abundantes, el número está correlacionado con el tamaño del fruto. (Vèlez y Zambrano, 2022)

1.4. Variedades

1.4.1. Red Taiwan

Según Hong la pitahaya Red Taiwán, se encuentra en nuestros países hace varios años, es muy productiva y se adapta fácilmente al clima de Santa Cruz.

Esta variedad de cáscara roja y pulpa roja, tiene un perfume muy peculiar lo que la hace más atractiva. Tiene bastantes aportes para las personas diabéticas y para las que quieran bajar de peso por tener cualidades nutritivas por ser una fruta muy jugosa. (Publiagro, 2022)

1.4.2. Vietnam White

Dario Melgar dijo que esta variedad Vietnam White es procedente de Vietnam y cultivada en Asia. Una planta muy productiva, precoz, agresiva en su crecimiento, una de las variedades más cultivadas por su característica.

Tiene un fruto grande que fácilmente puede sobrepasar el medio kilo, una variedad autofértil, es decir que no se necesita hacer polinización manual para tener frutos grandes.

Es de cáscara roja por fuera y de pulpa blanca, fruta dulce y de forma más alargada. Los colores se originaron a raíz de los distintos cruzamientos y cada cual tiene sabores más marcados que otros. (Publiagro, 2022)

1.4.3. Golden Yelow

Otra de las variedades es la Golden Yellow de cáscara amarilla con pulpa blanca, de tamaño grande. Una variedad muy productiva, de ciclo intermedio y de crecimiento muy rápido pues se necesita un poco de manejo para controlar el crecimiento.

Muy atrayente por el color amarillo y por ser una fruta grande, con sabor un poco crítico y de olor al limón cambita. (Publiagro, 2022)

1.4.4. American Beauty

American beauty es una variedad de cáscara roja y de pulpa fucsia, muy dulce y jugosa. Otras de las características de esta variedad es que no mancha las manos como la red Taiwán y la costa rica. Son de cladodio (hojas) más largas y de flores blancas. (Publiagro, 2022)

1.4.5. Costa Rica

La variedad Costa Rica es de cáscara roja y pulpa roja, es tempranera, jugosa y de mayor producción pues produce más frutos al año, que las otras variedades. Se adaptan más fácilmente al clima de Santa Cruz. (Publiagro, 2022)

1.4.6. Toro Red

Max Toranzos dijo que esta variedad Toro Red se encuentra en periodo de prueba de climatización, temperatura, sol y altura para la producción de la fruta.

Esta variedad es de cáscara roja y pulpa roja, muy exquisita y dulce. De forma más redonda que las demás variedades, es de crecimiento uniforme y muy refrescante. (Publiagro, 2022)

1.5. Importancia de la pitahaya.

La pitahaya es utilizada principalmente como alimento. El fruto de pitahaya, sin duda, es la estructura más consumida y sus semillas pueden ser empleadas como prebióticos, por su contenido de oligosacáridos. No obstante, también se ha reportado el consumo de las flores como legumbres y los brotes tiernos como hortaliza fresca, mientras que los tallos maduros son utilizados como forraje. (Intagri, 2016)

La pitahaya posee un alto potencial agroindustrial. En primer lugar, el fruto de pitahaya tiene un alto contenido de betalaínas, pigmentos con propiedades antioxidantes y que pueden ser usados como alternativa para los colorantes artificiales. Estas ventajas para la agroindustria han favorecido que el interés en su cultivo y comercialización haya incrementado. Sin embargo, existen otras propiedades de las betalaínas de gran interés como son la inducción de la quinona reductasa, enzima potente de detoxificación en la quimioprevención del cáncer y la actividad antiproliferativa de células de melanoma maligno. (Intagri, 2016)

1.5.1. Composición nutritiva de la pitahaya

Se caracteriza por tener un contenido en agua muy elevado, bajo aporte calórico, riqueza en hidratos de carbono, mucílagos y fenoles. Contiene minerales como el calcio y fósforo, y vitaminas del grupo B, pero destaca con diferencia su contenido

en vitamina C, aunque solo en la variedad roja. Las semillas, que son comestibles, contienen ácidos grasos insaturados. (MAPFRE, 2022)

Tabla N°1Composición nutritiva de la pitahaya

100 g de pitahaya

Energía	36 Kcal
Agua	**85 g**
Hidratos de carbono	**13,2 g**
Fibra	**0,4 g**
Calcio	**10 mg**
Fósforo	**26 mg**
Vitamina C	**25 mg**
Proteínas	**1,4 g**
Hierro	**1,3 mg**

FUENTE: MAPFRE (2022)

1.6. Requerimientos edafoclimáticos

1.6.1. Temperatura

La pitahaya prefiere climas cálidos subhúmedos. No obstante, también se desarrolla adecuadamente en climas secos. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila en torno a 16-25ºC, no tolerando las bajas temperaturas. Por otro lado, temperaturas superiores a los 38ºC pueden originar daños por quemaduras. (infoAgro, 2015)

1.6.2. Luz

El cultivo de la pitahaya requiere de alta luminosidad para el desarrollo de los diferentes procesos fisiológicos. Una adecuada iluminación estimula la brotación de las yemas florales.

La exposición prolongada a radiación solar directa puede ser perjudicial para la pitahaya, por lo que es conveniente que su exposición sea parcial (sombra en un 30%). Sin embargo, un exceso de sombra puede provocar la disminución de la producción. (infoAgro, 2015)

1.6.3. Sustrato

Se trata de una planta, que debido a su rusticidad, se adapta a suelos secos, pobres y pedregosos. No obstante, prefieren suelos franco-arenosos, húmedos, con buen drenaje por su sensibilidad al encharcamiento, ricos en materia orgánica y pH ligeramente ácido (5,5-6,5). (infoAgro, 2015)

1.6.4. Riego

Se trata de una planta que no requiere abundante agua. Se deben dar riegos de apoyo durante los dos primeros años de la plantación con el objetivo de estimular un adecuado crecimiento vegetativo. Los siguientes años, únicamente se debe regar durante la

floración ya que si se riega durante la época de sequía puede provocar una disminución de la floración. (infoAgro, 2015)

1.7. Propagación de la pitahaya

La multiplicación más usual de la pitahaya es mediante propagación vegetativa por medio de estacas. La propagación por semillas no es aconsejable, ya que es un proceso muy lento, pudiendo transcurrir para ser una planta productiva, al menos 7 años. (infoAgro, 2015)

La propagación vegetativa por esquejes consiste en cortar tallos de unos 25-30cm de longitud procedentes de plantas madre. Los tallos seleccionados deben ser de al menos dos años de edad. Seguidamente, se deben dejar cicatrizar durante 3-7días a la sombra. Posteriormente se procede a la siembra en bolsas de vivero de 20x30cm. Antes de esta labor es recomendable la desinfección de las vainas con fungicidas y bactericidas y el sustrato empleado debe tener una buena capacidad de drenaje y ser rico en materia orgánica. Además, resulta importante inocularlo con micorrizas. (infoAgro, 2015)

Las estacas se deben colocar con la misma orientación que tenían en la planta madre, cortando el extremo apical para interrumpir la dormancia y que la emisión de brotes sea más rápida. Los riegos han de ser periódicos, así como la eliminación de malas hierbas. En estas condiciones, el material vegetal debe permanecer unos 3-4 meses antes del trasplante definitivo. (infoAgro, 2015)

1.7.1. Reproducción sexual

La pitahaya se reproduce por medio de semillas maduras, las cuales se extraen directamente del fruto. Las semillas de pitahaya se obtienen directamente del fruto, se lavan y se tamizan tantas veces hasta quitar todo el residuo del mesocarpio; posteriormente se ponen a germinar.Pero según Corres (2009) no es recomendable este procedimiento para fines de explotaciones comerciales, debido a que la planta tarda de

cuatro a seis años en llegar a su etapa productiva y requiere demasiados cuidados en la fase de semillero y vivero. (Aguilar, 2015)

1.7.2. Reproducción asexual

La pitahaya es propagada asexualmente mediante cladodios maduros o estacas, sin embargo, no se ha logrado obtener una técnica de propagación que permita la formación de un sistema radical uniforme, abundante, vigoroso y en poco tiempo, lo cual ha generado que las plantas tarden más tiempo en adaptarse a las condiciones de campo y sean menos competitivas en condiciones adversas, lo que genera bajo prendimiento, plantas que tardan bastante en llegar a producir, cosechas irregulares y menor vida útil de la planta. (Aguilar, 2015)

Sin embargo, la estaca responde más rápido a la formación de yemas florales y frutos cuando proviene de tallos delgados y de una longitud de 20 a 30 cm.

Se debe dejar de 2 a 4 días a la sombra, al cabo de los cuales se siembran en bolsas de vivero (20 X 30 cm) con la misma orientación que tenían en la planta madre. El sustrato de la bolsa debe ser suelto y rico en materia orgánica, para lo cual se emplea la mitad en cascarilla o viruta de madera y la otra mitad en tierra; además es preciso adicionar unos 50g de suelo micorrizado, preferiblemente obtenido de plantas de pitahaya bien desarrolladas con óptima producción y estado fitosanitario. (Aguilar, 2015)

Aunque se recomienda usar estacas con longitudes entre 25 y 30 cm, Mizrahi et al. (2002) afirman que la pitahaya se debe propagar con estacas entre 25 y 40 cm de longitud, mientras que Bastos *et al.* (2006) encontraron una respuesta más favorable con estacas de 25 cm respecto a estacas de 15 cm. (Aguilar, 2015)

Se considera que la reproducción por estacas se ve afectada por algunos factores como la variabilidad genética, el estado fisiológico de la planta matriz, edad de la planta, época del año, las condiciones ambientales y de sustrato. (Aguilar, 2015)

1.7.3. Reproducción in vitro (micropropagación)

La micropropagación de cactáceas a través de yemas axilares ha mostrado un alto grado de homogeneidad fenotípica entre clones; sin embargo, en pitahaya se encuentran pocos estudios que comparen el comportamiento en campo de clones propagados tradicionalmente y en condiciones in vitro. En pitahaya roja, los brotes y raíces pueden ser inducidos en un medio sin reguladores de crecimiento, independientemente del tamaño de los explantes. (Aguilar, 2015)

1.8. Plagas y enfermedades

1.8.1. Plagas

Chinche patón (Leptoglossus zonatus): Se trata de una plaga que afecta a la pitahaya durante los meses secos. Tanto las larvas como los adultos originan daños al alimentarse de las vainas, ya que succionan la savia provocando clorosis en ellas. Además, también afectan a los botones florales, cuyos síntomas se manifiestan con un cierto color rojizo. Por otro lado, también provocan daños indirectos ya que las heridas originadas se convierten en puntos de entrada de hongos y bacterias. (infoAgro, 2015)

Para su control se deben realizar monitoreos, observando si en el haz de las vainas existe presencia de huevos-plaga. Además, se deben eliminar las malas hierbas, podar la planta favoreciendo una adecuada aireación, eliminar material vegetal afectado, aplicar productos preventivos, etc. (infoAgro, 2015)

Mosca del botón floral (Dasiops saltans): Se trata de un díptero que afecta generalmente a la pitahaya amarilla (H. megalanthus). Esta plaga origina daños al alimentarse de las estructuras internas del botón floral, causando la deformación y posterior caída de éste. Los botones florales afectados se tornan de color rojizo. Este síntoma se distingue del ataque del chinche patón, en que este último origina un color pardo en las anteras y pistilos. (infoAgro, 2015)

El control químico para combatir esta plaga no es muy efectivo debido a la rápida aparición de resistencias. Por tanto, se recomienda monitorear la plaga, además de usar trampas McPhail con atrayentes de proteínas hidrolizadas a base de maíz y soja (infoAgro, 2015).

Hormiga (Atta cephalotes): Esta plaga afecta a vainas, botones florales y frutos, produciendo daños que reducen la calidad del fruto.

Para su control biológico se puede utilizar la cepa LBB-1 de Beauveria bassiana. Otro método de control consiste en la introducción de plantas repelentes como el vetiver (Chrysopogon zizanioides). (infoAgro, 2015)

Picudo negro (Metamasius sp.): Se trata de una plaga, cuyos principales daños son causados por las larvas al perforar galerías en el interior de los tallos. El adulto causa daños en las vainas de las hojas como consecuencia de la oviposición. También afectan a botones florales y frutos, originando deformaciones y pudriciones en el fruto.

El control químico es poco eficiente y para el control biológico, existen especies de bracónidos que parasitan al picudo negro. (infoAgro, 2015)

Barrenador del tallo (Maracayia chlorisalis): Los daños son producidos por las larvas que penetran en el interior de las vainas, originando cavidades en su interior. Como consecuencia, el tejido vegetal comienza a pudrirse. Las heridas causadas son un punto de entrada de enfermedades. Para el control es conveniente llevar a cabo el monitoreo de la plaga, aplicando aceite de neem antes de que ésta perfore las vainas. (infoAgro, 2015)

1.8.2. Enfermedades

Pudrición del tallo (Erwinia carotovora): Se trata de la enfermedad más perjudicial para la pitahaya. Los síntomas se manifiestan con manchas cloróticas, pudiendo llegar a cubrir toda la vaina, hasta originar una pudrición acuosa. (infoAgro, 2015)

El control químico para combatir esta enfermedad no es efectivo, por lo que se debe recurrir a medidas preventivos como: eliminación del material vegetal afectado, mantenimiento del follaje seco, evitar heridas en las plantas, desinfección de herramientas de poda, etc. (infoAgro, 2015)

Ojo de pescado (Dothiorella sp.): Los síntomas de esta enfermedad se manifiestan en las vainas por la presencia de pequeñas manchas circulares de color pardo con puntos anaranjados en el centro. Para controlarla se recomienda llevar a cabo una serie de medidas preventivas como: plantación de material sano, eliminación del material vegetal afectado mantenimiento del follaje seco, evitar heridas en las plantas, desinfección de herramientas de poda, etc. (infoAgro, 2015)

Antracnosis (Colletotrichum sp.): El hongo causante de esta enfermedad se ve favorecido por la presencia de alta humedad relativa y temperatura (20-30ºC). Los síntomas se manifiestan en vainas y frutos con la presencia de manchas circulares de color negro y hundidas. El síntoma más característico de esta enfermedad es la marchitez y el colapso de las plantas. En los tallos y estolones se observan manchas circulares de color pardo-negruzco, mientras que en el fruto se producen manchas hundidas de coloración parda y cubiertas de esporas rosadas o anaranjadas. (infoAgro, 2015)

Se deben realizar una serie de medidas preventivas para llevar a cabo el manejo de esta enfermedad, tales como:

- Plantación de material vegetal sano.

- Eliminación de material vegetal afectado.

- Desinfección del material empleado.

- Suelos con buena capacidad de drenaje.

Para su control químico se recomienda realizar aplicaciones preventivas durante la floración y el desarrollo de frutos. Si se presentan los primeros síntomas de esta

enfermedad, se debe recurrir a la aplicación de fungicidas autorizados. (infoAgro, 2015)

1.9. Enraizantes

Los enraizantes son sustancias que promueven o aceleran la formación de raíces, principalmente en la propagación vegetativa mediante esquejes. Su aplicación permite mejorar la tasa de éxito, reducir el tiempo de enraizamiento, y obtener plantas con sistemas radiculares más desarrollados. Según su origen y composición, los enraizantes pueden clasificarse en tres grandes grupos: naturales, sintéticos y biológicos.

1.9.1 Enraizantes naturales

Estos enraizantes derivan de materiales orgánicos de origen vegetal y contienen compuestos bioactivos que imitan o estimulan la producción de fitohormonas, especialmente auxinas. Su uso se ha popularizado en sistemas de producción agroecológicos y de bajo impacto ambiental.

Ejemplos comunes:

Extracto de sauce (Salix spp.): rico en ácido salicílico y compuestos fenólicos, que actúan como precursores de auxinas naturales.

Lentejas germinadas: durante la germinación, las leguminosas liberan cantidades apreciables de AIA (ácido indolacético), promoviendo la diferenciación celular.

Aloe vera: contiene enzimas, aminoácidos y azúcares que estimulan el metabolismo celular en los tejidos del esqueje.

Canela (Cinnamomum spp.): aunque no contiene auxinas, tiene efectos antifúngicos y cicatrizantes que favorecen la supervivencia del esqueje.

Ventajas y desventajas:

- Ventajas: biodegradables, accesibles, bajos costos, inocuos.
- Desventajas: concentración hormonal variable, menor eficacia en especies leñosas, necesidad de preparación artesanal.

1.9.2 Enraizantes sintéticos

Los enraizantes sintéticos son compuestos hormonales derivados de auxinas que pueden aplicarse de forma exógena para inducir la formación de raíces adventicias. Son los más utilizados en propagación comercial y viverismo, debido a su eficacia y precisión en dosis.

Principales auxinas sintéticas:

Ácido indolbutírico (AIB): es la auxina más utilizada. Estimula la formación de raíces con mínima fitotoxicidad. Su estabilidad química permite su formulación en polvos, soluciones y geles.

Ácido naftalenacético (ANA): muy potente, pero puede ser fitotóxico si se usa en exceso. Suele emplearse en combinación con AIB.

Ácido indolacético (AIA): aunque es una auxina natural, también se sintetiza. Es menos estable, ya que se degrada rápidamente ante la luz y el oxígeno.

Formas comerciales:

- Polvos humectables: se adhieren fácilmente a los esquejes.
- Geles: de aplicación uniforme y prolongada acción.
- Soluciones líquidas: permiten la inmersión breve o prolongada del material vegetal.

Ventajas y desventajas:

- Ventajas: efecto rápido y consistente, disponible comercialmente, aplicable en gran escala.

- Desventajas: pueden generar fitotoxicidad en dosis altas, no siempre autorizados en agricultura orgánica.

1.9.3 Enraizantes biológicos o bioestimulantes

Estos productos están compuestos por microorganismos benéficos o metabolitos microbianos que estimulan el crecimiento radicular de forma indirecta. Su acción no se basa exclusivamente en hormonas, sino en la mejora del entorno rizosférico.

Principales microorganismos utilizados:
Bacillus spp.
Azospirillum brasilense
Trichoderma harzianum
Glomus spp. (micorrizas arbusculares)

Ventajas y desventajas:

- Ventajas: sostenibles, mejoran la salud del suelo, aumentan la resiliencia de la planta.

- Desventajas: requieren condiciones ambientales adecuadas para colonizar efectivamente, resultados más lentos que los sintéticos.

Tabla N°2 Comparación entre tipos de enraizantes.

Tipo de enraizaste	Origen	Acción principal	Aplicación	Efectividad	Usos recomendados
Natural	Vegetal	Estímulo hormonal indirecto	Inmersión, pasta	Media	Agricultura familiar, orgánica
Sintético	Química	Acción hormonal directa (auxinas)	Polvo, gel, solución	Alta	Viverismo, cultivos comerciales
Biológico	Microbiano	Bioestimulación rizosférica	Riego, inoculación	Media-Alta	Agricultura sostenible, mejora de suelos

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

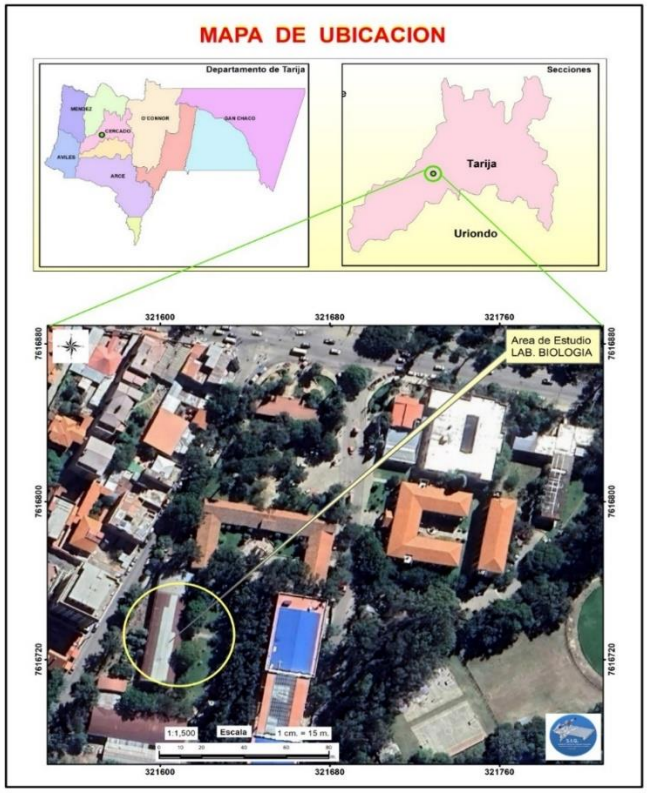
2.1. Localización

La presente investigación se desarrollará en la ciudad de Tarija, Provincia Cercado en el predio de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

2.1.1. Ubicación

Tarija se encuentra en la latitud -21.53549 y longitud -64.72956. Hace parte del continente de América del Sur y está ubicado en el hemisferio sur.

Figura Nº 1 Mapa de ubicación de la provincia Cercado, Dpto de Tarija.



2.1.2. Límites territoriales

Tarija es ciudad capital de departamento Tarija que está ubicada en parte sur de Bolivia. Se encuentra a orillas del río Guadalquivir, o Nuevo Guadalquivir, en el centro de un valle y a 1,854 msnm. La provincia cercado área donde se ubica la presente investigación Limita: Al norte con provincia Méndez; al sur con la provincia Arce; al este, con la provincia Burdet O´Connor; y al oeste, con la provincia Avilés.

2.2. Información geográfica, climatológica, altura geográficas

El valle de Tarija se halla localizado en un clima Semiárido que se caracteriza por una precipitación media anual entre 400-750 mm con 3-6 meses húmedos con una precipitación > 80 mm/mes. Se subdivide en dos subtipos: semiárido con temperaturas altas y semiárido con temperaturas bajas. El primero se ubica en el norte del Sub andino, al oeste de la serranía de Aguaragüe (Capirenda, Palos Blancos, Timboy), con temperaturas medias anuales de 21 a 23 °C, mientras que el segundo corresponde a los valles de la Cordillera Oriental (Valle Central de Tarija, Padcaya, San Lorenzo), con temperaturas medias anuales entre 13 y 18 °C. (Spark, 2016).

En Tarija, los veranos son largos, calurosos, mojados y mayormente nublados y los inviernos son cortos, frescos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 29 °C. (Spark, 2016).

La temporada templada dura 4,2 meses, del 30 de septiembre al 7 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El mes más cálido del año en Tarija es diciembre, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 16 °C. (Spark, 2016).

La temporada fresca dura 2,5 meses, del 15 de mayo al 30 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 21 °C. El mes más frío del año en Tarija es julio, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima de 20 °C. (Spark, 2016).

Tabla N°3 Temperaturas máximas y mínimas del departamento de Tarija

Promedio	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Máxima	24 °C	24 °C	23 °C	23 °C	21 °C	20 °C	20 °C	22 °C	23 °C	24 °C	24 °C	24 °C
Temp.	20 °C	20 °C	19 °C	18 °C	15 °C	13 °C	12 °C	14 °C	16 °C	19 °C	19 °C	20 °C
Mínima	16 °C	16 °C	15 °C	13 °C	9 °C	6 °C	5 °C	7 °C	10 °C	13 °C	15 °C	16 °C

2.2.1. Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tarija varía considerablemente durante el año. (Spark, 2016).

La temporada más mojada dura 4,1 meses, de 19 de noviembre a 23 de marzo, con una probabilidad de más del 40 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Tarija es enero, con un promedio de 19,1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. (Spark, 2016).

La temporada más seca dura 7,9 meses, del 23 de marzo al 19 de noviembre. El mes con menos días mojados en Tarija es junio, con un promedio de 5,6 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. (Spark, 2016).

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Tarija es enero, con un promedio de 19,1 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 63 % el 11 de enero. (Spark, 2016).

Tabla N°4 Precipitación en el departamento de Tarija

Días con	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Lluvia	19,1 dd.	15,8 dd.	13,7 dd.	8,3 dd.	7,2 dd.	5,5 dd.	6,0 dd.	6,3 dd.	6,8 dd.	8,7 dd.	12,0 dd.	16,0 dd.
Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Lluvia	154,8 mm	127,8 mm	100,8 mm	59,8 mm	48,6 mm	41,5 mm	38,6 mm	45,4 mm	48,8 mm	61,9 mm	82,3 mm	124,8 mm

En lo que se refiere al tema de las precipitaciones, Tarija tiene una precipitación promedio de 615.4 milímetros (24.25 pulgadas) por año, además se tiene como dato que el mes más cálido en promedio en esta región, es el mes de noviembre, mientras que el mes más frío en promedio, es considerado el mes de julio.

2.2.2. Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. (Spark, 2016).

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. (Spark, 2016).

La parte más ventosa del año dura 5,5 meses, del 17 de julio al 1 de enero, con velocidades promedio del viento de más de 10,7 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Tarija es noviembre, con vientos a una velocidad promedio de 11,7 kilómetros por hora. (Spark, 2016).

El tiempo más calmado del año dura 6,5 meses, del 1 de enero al 17 de julio. El mes más calmado del año en Tarija es abril, con vientos a una velocidad promedio de 9,7 kilómetros por hora. (Spark, 2016).

2.2.3. Descripción del suelo

Los suelos son moderadamente profundos a muy profundos, con signos de erosión hídrica ligera, moderadamente bien a bien drenados, pardos y pardo rojizo oscuros, con texturas franco arcillo arenosas a franco arenosas. Generalmente la disponibilidad de nutrientes es baja. (ZONISIG, 2001)

Los piedemontes son ligeramente hasta fuertemente disectados. Este gran paisaje presenta inclusiones de llanuras aluviales, depresiones, terrazas y bofedales. Las pendientes varían de 2 a 30%, sin o con poco afloramiento rocoso, pero con abundante pedregosidad superficial, excepto en los bofedales que tienen muy pocas piedras. Mayoritariamente los piedemontes están constituidos por material coluvio-aluvial de diverso grado de selección y redondeamiento. (ZONISIG, 2001)

Los suelos varían desde poco desarrollados con características flúvicas, a otros suelos calcáreos, mientras que otros evidencian iluviación de arcilla. Generalmente se aprecia una erosión acelerada en cárcavas y laminar moderada, como también eólica ligera. En general son moderadamente profundos a profundos, desde bien a imperfectamente drenados. Los colores dominantes varían de pardo oscuros a pardo amarillento oscuro y las texturas de franco arcillo arenosas a franco limosas, con cantidades variables de fragmentos gruesos. La estructura se presenta en bloques subangulares, el pH varía de 5 a 8. generalmente no son salinos ni sódicos, aunque localmente se presentan valores moderadamente altos de salinidad. Los contenidos de materia orgánica son bajos, excepto en la unidad de suelos 16 y los bofedales de la unidad de suelos 28. (ZONISIG, 2001)

2.3. Materiales

2.3.1. Material Vegetal

Los cladodios de pitahaya (*Hylocereus spp*), de 20 y 30 cm, estas fueron previamente tratadas con dos tipos de enraizadores de manera que garantice la aceleración del crecimiento de la raíz.

2.3.2. Herramientas y Materiales de campo

- Bolsas para siembra directa de los cladodios
- Palas
- Flexómetro

- Cubierta de nylon de agro film
- Clavos
- Scoch
- Martillo
- Chinches
- Regadera
- Sustrato

2.3.3. Materiales de laboratorio

- Tijera de podar
- Regla
- Alcohol

2.3.4. Material de escritorio

- Libreta de anotaciones
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Regla

2.4. Metodología

En el presente trabajo de investigación se utilizó 2 tipos de enraizantes y 2 diferentes tamaños de cladodios.

2.4.1. Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño experimental "completamente al azar" con arreglo factorial (2 x 2) 4 tratamientos con 3 repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con 6 bolsas, de los cuales se evaluó las 6 bolsas por unidad experimental.

El modelo matemático de este diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

El modelo en el cual se basa el análisis nos dice que una observación es el efecto de una media general alrededor de la cual se encuentran los valores de todas las observaciones (m). el efecto de tratamiento viene representado por (t_i). y un error experimental que viene dado por (e_{ij}). (Valdez. 2009).

A cada uno de los tratamientos se aplicó un tipo enraizador que permita acelerar el crecimiento de la raíz y se monitoreará la temperatura optima en el proceso.

2.4.2. Factores en estudio

Los factores en estudio son los siguientes:

a) **Tamaño del Cladodio**

Dos tamaños de las estacas

- T_1 = Estacas de 20 cm.
- T_2 = Estacas de 30 cm.

b) **Insumo**

Dos tipos de enraizadores

- E_1 = Phyllum Max R
- E_2 = Nafusaku

Tabla N°5 Descripción de tratamientos

Factor 1 Tamaño del cladodio	Factor 2 Tipo de enraizadores	Tratamientos
T_1 (Estacas de 20 cm)	**E_1** (Phyllum Max R)	**T1 = T_1 E_1**
	E_2 (Nafusaku)	**T2 = T_1 E_2**
T_2 (Estacas de 30 cm)	**E_1** (Phyllum Max R)	**T3 = T_2 E_1**
	E_2 (Nafusaku)	**T4 = T_2 E_2**

2.5. Características del diseño

- Número de tratamientos: 4
- Número de repeticiones: 3
- El total de las unidades experimentales: 12
- Numero de bolsas por tratamiento: 6
- Numero de bolsas a evaluar: 6
- Numero de bolsas totales: 72

Distancia de bloque a bloque = 0,40 m

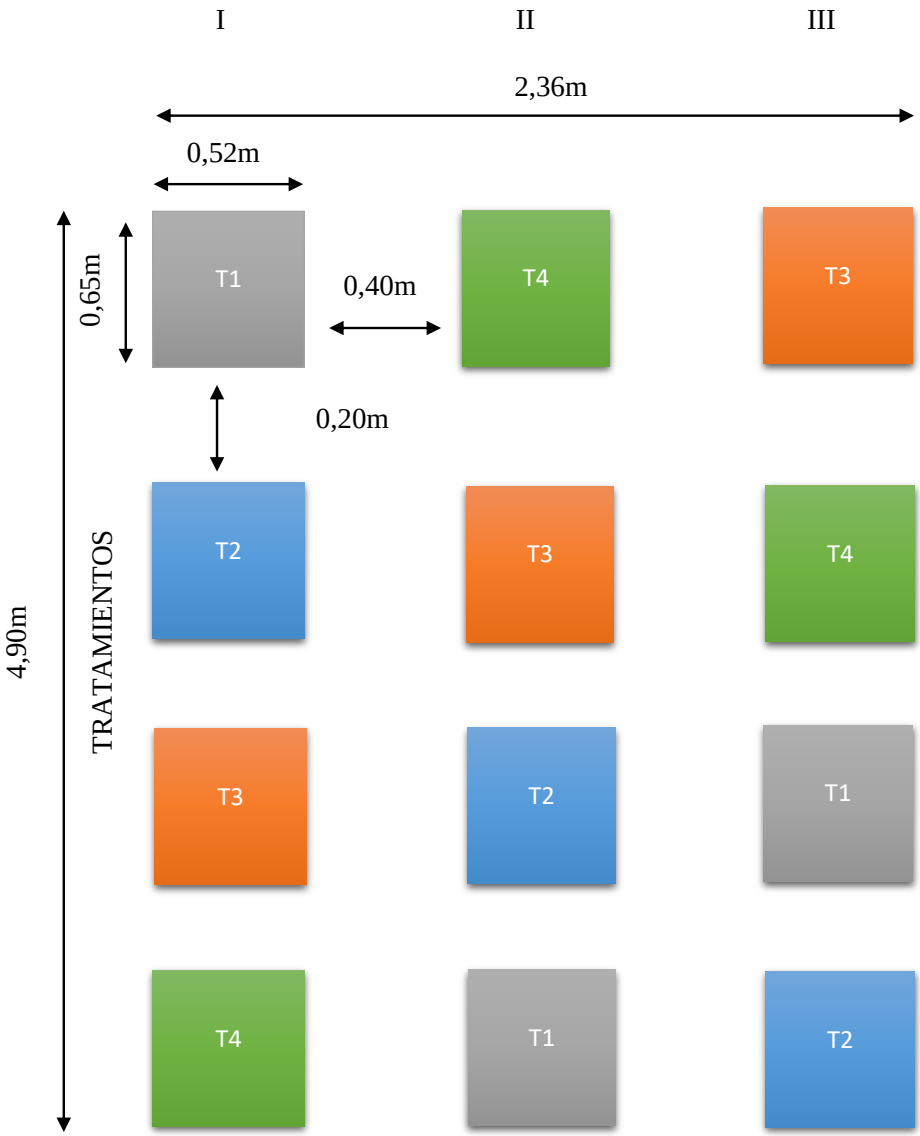
Largo del tratamiento = 0,65m

Ancho de tratamiento = 0,52m

Largo de la parcela = 4,90m

Ancho de la parcela = 2,36m

2.5.1 Diseño de Campo



2.6. Analisis de varianza (anova)

Para el análisis de varianza en el diseño de bloques completos al azar, se observa que la fuente de variabilidad se descompone en tres componentes; entre bloques, entre tratamientos y dentro de tratamiento o error experimental. Observe que, en el caso de los grados de libertad sucede algo similar, dado que se descompone en las tres fuentes de variabilidad señalada cuya suma resulta igual a los grados de libertad total.

Tabla N°6 Tabla de Análisis de Varianza (ANOVA)

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F_c	F_t
Tratamiento	$t-1$	$\frac{\sum Y_{i.}^2}{b} - TC$	$\frac{SCt}{t-1}$	$\frac{CMt}{CME}$	* **
Bloque	$b-1$	$\frac{\sum Y_{.j}^2}{t} - TC$	$\frac{SCB}{b-1}$		
Error	$(t-1)(b-1)$	$SCT - SCt - SCB$	$\frac{SCE}{(t-1)(b-1)}$		
Total	$bt-1$	$\sum Y_{ij}^2 - TC$			

*Significativo ** Altamente significativo

2.7. Procedimiento experimental

Trabajo de campo

Arreglo del polipropagador

En la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales cuenta con la infraestructura para el desarrollo del trabajo, el cual dió las condiciones óptimas de temperatura y humedad para poder garantizar un buen porcentaje de prendimiento de los cladodios en el sustrato empleado, el invernadero consta de una estructura de fierro cubierto por una lámina de agro film con dimensiones establecidas, se tuvo que hacer un arreglo y se utilizó los siguientes materiales:

- Cubierta de nylon de agro film
- Scoch
- Grapas
- Cartón prensado

Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato se utilizó arena y material vegetal, se empleó 3 carretillas de material vegetal y dos de arena después se zarandeó para eliminar todo el material no deseado, así mismo se realizó la desinfección del sustrato con el fungicida CTC.

Adquisición del material vegetativo

Los cladodios se adquirieron de la ciudad de Cochabamba, las cuales fueron preparados para su propagación.

Corte y desinfección de las estacas

El corte de las estacas se realizó con una tijera de podar bien afilada y limpia, previamente desinfectado antes de cada corte con alcohol al 90%.

Curado

Realizado el corte, se aplicó canela en polvo como cicatrizante y se dejó por un tiempo de 7 días, en un lugar sombreado y aireado para que logre cicatrizar la zona donde se realizó el corte y de esta manera no tuvo contacto directo con el suelo, lo que genera pudrición; posteriormente se procedió a realizar una segunda selección, previo al trasplante, eliminando aquellas estacas que presentaron alguna lesión asociada a hongos o bacterias.

Aplicación de los enraizadores

Se utilizará dos tipos de enraizadores el Nafusaku y el Phyllum Max R. Para la aplicación del Nafusaku se utilizó una dosis de 10 gramos en 20 litros de agua

revolviéndolo hasta disolverlo por completo. Para la aplicación del Phyllum Max R se utilizó una dosis de 60 ml para 20 litros de agua, esta aplicación se realizó cada 15 dias.

Preparación del sustrato para el llenado de las bolsas para vivero

Para la preparación del sustrato, para las bolsas se utilizó arena y tierra vegetal, La arena se lo trajo de un rio y la materia orgánica se lo obtuvo de pinos todo se lo llevó al invernadero para posteriormente ponerlo en las bolsas.

Una vez mezclado se procedió a llenar las bolsas (20 x 30) con ayuda de botellas plásticas, dejando unos 5 cm para poder llenar.

Colocación de cladodios en las macetas

Transcurridos los 7 días del curado, se procedió a colocarles en las bolsas de polietileno, manteniendo la dirección de crecimiento.

Deshierbe

Se realizó el desmalezado de malas hierbas que emergieron tanto en las bolsas como en el vivero.

2.8. Variables de respuesta

- Porcentaje de cladodios prendidos (PCP)

  Se evaluó y contabilizo visualmente y se consideró cladodio prendido cuando el brote o brotes alcanzaron una longitud arriba de los 2cm en donde se contó el número esquejes que ya prendieron sobre el total y multiplicando por cien obtenemos el porcentaje de enraizamiento.

  - % de enraizamiento $\frac{\text{Número de plantas prendidas}}{\text{Número total de plantas x100}}$

- Longitud de los brotes (LB)

Se midió desde la base de la arista hasta el ápice de los brotes con una regla milimétrica

- Número de raíces principales (NR)

Al poseer raíces adventicias largas y fibrosas se contabilizo de forma manual, para esto se extrajo cuidadosamente el esqueje del sustrato para no dañar la raíz, posteriormente lavar para eliminar el sustrato adherido en la raíz y contabilizar.

- Longitud de raíces (LR)

La longitud de las raíces de registro con ayuda de una regla en la etapa final de la investigación.

- Volumen de raíces (VR)

Esta variable se evaluó en la etapa final del trabajo de investigación a los 60 días, llenando con agua a una probeta donde se realzo la medición del volumen, para esto se extraen los esquejes del sustrato, viendo el desplazamiento de agua en la probeta como dato de acuerdo al principio de Arquímedes.

2.9. Costos

El análisis de costo-beneficio es una herramienta para evaluar proyectos o decisiones, comparando los costos con los beneficios. Su objetivo es determinar si los beneficios superan los costos, ayudando a tomar decisiones informadas.

La relación beneficio-costo (RBC) es una medida que evalúa la eficiencia de un proyecto comparando los beneficios que genera con los costos que implica. Se calcula dividiendo el valor total de los beneficios por el valor total de los costos, ambos expresados en términos actuales. Si la RBC es mayor que 1, el proyecto se considera rentable, ya que los beneficios superan los costos.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de varianza reveló que no existió interacción entre los factores enraizantes - tamaño de cladodio, por lo que se analizaron los resultados por separado. A excepción del número de brotes, donde no se evidenció influencia de los enraizantes y tamaño de los cladodios, ni de la interacción enraizante – cladodio, por lo tanto, no existen diferencias estadísticas en la interacción en varios de las variables evaluadas.

El resultado obtenido se respalda en los resultados que obtuvo Balaguero et al. (2010). en la propagación de pitahaya, encontrando que no existe influencia del enraizador y tamaño de cladodio en los tratamientos evaluados en base al número de brotes. Los análisis individuales los presentamos a continuación.

3.1. Porcentaje de prendimiento a los 60 días del trasplante

Se contabilizó visualmente y se consideró cladodio prendido cuando el brote o brotes alcanzaron una longitud de 2 a 5 cm, variable que se determinó a los 60 días después del trasplante. Los resultados del análisis se presentan a continuación:

Tabla N° 7Comparación de medias para porcentaje de prendimiento a los 60 días del trasplante.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1 = T1E1	67,00	50,00	67,00	**184,00**	**61,33**
T2 = T1E2	50,00	83,00	33,00	**166,00**	**55,33**
T3 = T2E1	50,00	67,00	33,00	**150,00**	**50,00**
T4 = T2E2	33,00	33,00	97,00	**163,00**	**54,33**
Suma total	**200,00**	**233,00**	**230,00**	**663,00**	
PROMEDIO BLOQUE	**50,00**	**58,25**	**57,50**		**55,250**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (Tabla N° 7) referente al porcentaje de prendimiento a los 60 días, se tiene que el mayor porcentaje de prendimiento se presenta con el tratamiento T1 (T1E1), estaca T1 (20 cm) sometida al enraizaste E1 (Phylum Max R), con un porcentaje de 61,33 % de prendimiento, seguido del tratamiento T2 (tamaño estaca 20 cm, con enraizantes Nafusaku), que presento un porcentaje de prendimiento de 55.33 % y finalmente el menor porcentaje de prendimiento fue con el tratamiento T3 (tamaño estaca 30 cm y enraizante Phylum Max R), con un porcentaje de 50 % de prendimiento, variando el porcentaje de prendimiento medio en un rango de 33 a 67 % en los valores.

Aguilar Zaruma Gabriela S. (2015), los mejores resultados de prendimiento se obtuvieron en cladodios de 50 cm con un promedio de 91,25 %, frente a los de 30 cm. El resultado se justifica con lo manifestado por Costa y Challa (2002), quienes mencionan que, en pitahaya, la función de las hojas (fotosíntesis, producción de ciertas hormonas, entre otras.) es relegada a los tallos o cladodios, por lo cual, los efectos anteriormente mencionados pueden estar relacionados con el tamaño del cladodio.

Tabla N°8 Análisis de varianza para para porcentaje de prendimiento a los 60 días del trasplante, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	196.25	65.417	0.11 NS	4.07	7.59
FACTOR "A"	1	2.0833	2.0833	0.0035 NS	5.32	11.26
FACTOR "B"	1	114.08	114.083	0.19 NS	5.32	11.26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	80.08	80.083	0.13 NS	5.32	11.26
ERROR	8	4794.00	599.250			
TOTAL	11	4990.25	453.659			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 60 días, aplicado para el factor A (Tamaño de la estaca) y factor B (Tipos de enraizantes), de acuerdo a los

resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente importantes entre el tamaño de las estacas y los enraizadores, en los 4 tratamientos en estudio.

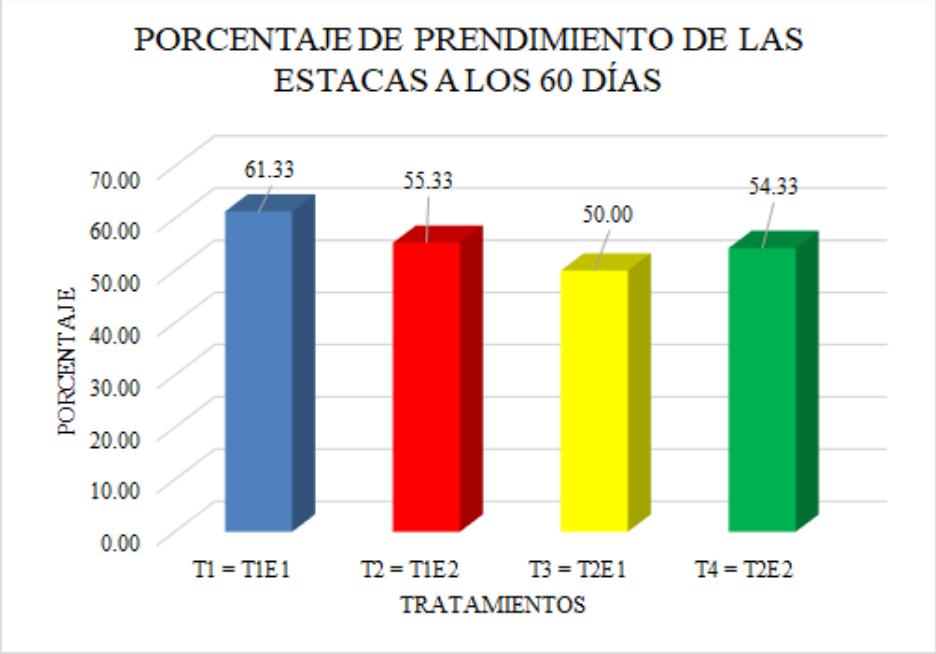
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{599.250}}}{\mathbf{55.25}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{32.80\ \%}$$

El CV = 32,80 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 1 Las madias del porcentaje de prendimiento de las estacas a los 60 dias.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 1, se muestra las medias del porcentaje de prendimiento de las estacas a los 60 días de trasplante, en este sentido el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor porcentaje de prendimiento de 61.33% después del transplante, seguido del tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), con 55.33% de prendimiento después del trasplante. El tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un porcentaje de prendimiento del 50%, que es el que menor porcentaje presento. En forma general el porcentaje de prendimiento de las estacas de Pitahaya varia en un rango de 50 a 61.33%.

No se desarrolló la prueba de Tukey porque no existen diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación

Los enraizantes pueden ayudar a que los esquejes de pitahaya enraícen de forma adecuada, lo que mejora el porcentaje de prendimiento, en el presente estudio no se observa esta importante cualidad ya que no existen diferencias entre los diferentes tratamientos a los 60 días después de los 60 días después del trasplante.

3.2. Porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

De igual forma, para dar un espacio de tiempo más, para las estacas más pequeñas, se evaluó los cladodios prendidos considerando los mismos criterios anteriores cuando el brote o brotes alcanzaron una longitud de 2 a 5 cm, variable que se determinó a los 90 días después del trasplante.

Tabla N°9 Comparación de medias para porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1 = T1E1	95,00	96,00	93,00	**284,00**	**94,67**
T2 = T1E2	98,00	99,00	99,00	**296,00**	**98,67**
T3 = T2E1	95,00	98,00	95,00	**288,00**	**96,00**
T4 = T2E2	100,00	99,00	100,00	**299,00**	**99,67**
TOTAL BLOQUE	**388,00**	**392,00**	**387,00**	**1167,00**	
PROMEDIO BLOQU	**97,00**	**98,00**	**96,75**		**97,25**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (Tabla N° 9) referente al porcentaje de prendimiento a los 90 días, se tiene que el mayor porcentaje de prendimiento se presenta con el tratamiento T2 (T2E2) estaca T2 (30 cm) sometida al enraizantes E2 (Nafusaku), con un porcentaje de 99.67 % de prendimiento, seguido del tratamiento T1 (T1E2 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizantes Nafusaku), que presento un porcentaje de prendimiento de 98.67 % y finalmente el menor porcentaje de prendimiento fue con el tratamiento T1 (T1E1 = Tamaño estaca 20 cm y enraizante Phylum Max R), con un porcentaje de 94.67 % de prendimiento, variando el porcentaje de prendimiento en un rango de 94.67 a 99.67 % en los valores.

Balaguera et al. (2010)., Evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de AIB en dos tamaños de cladodios de 40 y 60 cm, en el enraizamiento de estacas de pitahaya en condiciones de invernadero, encontraron un 70% de prendimiento a los 90 días después del trasplante.

Tabla N°10 Análisis de varianza para para porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	48,25	16,083	10.72**	4,07	7,59
FACTOR "A"	1	44,0833	44,0833	29.39**	5,32	11,26
FACTOR "B"	1	4,08	4,083	2.72 NS	5,32	11,26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0,08	0,083	0.06 NS	5,32	11,26
ERROR	8	12,00	1,500			
TOTAL	11	60,25	5,477			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 90 días, aplicado para el factor A (Métodos tamaños de las estacas) y factor B (Tipos de enraizadores), el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % (10.72 > 4.07 y 7.59), para el factor A (Tamaño de los cladodios), existen diferencias altamente significativas ya que la F calculado al 1% y 5% es mayor que la F tabulado (29.39 > 5.32 y 11.26), para el factor B (Tipos de enraizadores) $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ al 1 y 5% de probabilidad (2.72 < 5.32 y 11.26) y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ (0.06 < 5.32 y 11.26) donde no existe diferencias significativas. Datos que confirman que los enraizantes no tienen influencia en el proceso de prendimiento de los cladodios de la pitahaya, Según López et al. (2000), el tamaño del cladodio. entre otros factores, tiene influencia sobre el prendimiento de la pitahaya, mediante la producción y translocación de hormonas y carbohidratos necesarios para la formación de raíces.

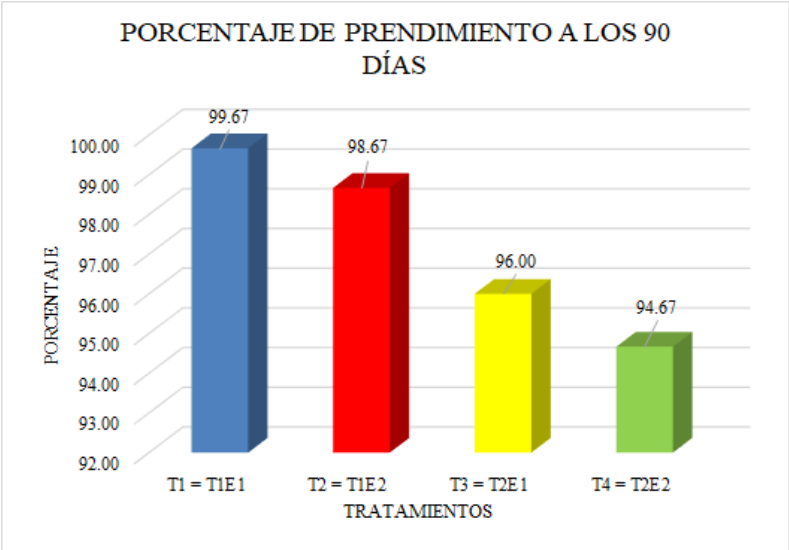
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{1.500}}}{\mathbf{97.25}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{1.26\ \%}$$

El CV = 1.26% indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 2 Las medias del porcentaje de prendimiento a los 90 días



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 2, se muestra las medias del porcentaje de prendimiento de las estacas a los 90 días de trasplante, en este sentido el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor porcentaje de prendimiento de 99.67 % después del transplante, seguido del tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), con 98.67 % de prendimiento

después del trasplante. El tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un porcentaje de prendimiento del 94.67%, que es el que menor porcentaje de prendimiento. En forma general el porcentaje de prendimiento de las estacas de Pitahaya a los 90 días después del trasplante varia en un rango de 94.67 a 99.67 %.

Prueba de tuckey

Aplicando la prueba de Tukey podemos establecer lo siguiente:

Tabla N°11 Cálculo de los límites de significancia para el porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5
Sd =(√CME)/B x R	0.500	0.500	0.500	0.500
q (5%)	3.261	4.041	4.529	4.886
q (1%)	4.746	5.635	6.204	6.625
W = q (5%) x Sd	1.63	2.02	2.26	2.44
W = q (1%) x Sd	2.37	2.82	3.10	3.31

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12. Diferencia entre tratamientos para el porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

NIVEL		**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Ẍ		**94,67**	**96,00**	**98,67**	**99,67**
T4	**99,67**	5.00**	3.67**	1.00 NS	0,00
T2	**98,67**	4.00**	2.67*	0,00	
T3	**96,00**	1.33 NS	0,00		
T1	**94,67**	0,00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13 Resultado de la PRUEBA DE TUKEY para el porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
T4	99.67	A
T2	98.67	A
T3	96.00	B
T1	94.67	B

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 2 grupos mostrando diferencias significativas entre ellos, el grupo "A" conformado por el tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku) y T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presenta el mayor porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante con un valor de 99.67 y 98.67 respectivamente, mostrando diferencias altamente significativas con los tratamientos T3 y T1 que conforman el segundo grupo "B", el segundo grupo "B" constituido por el tratamiento T3 y T1 (T3 = T2 Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R y T1 =T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R), con un valor que varía entre 96.00 a 94.67%, con diferencias significativas entre ellos.

Tabla N°13 Diferencia entre de los tamaños de las estacas para el porcentaje de prendimiento a los 90 días del trasplante

NIVEL		T1	T2
Ẍ		96.67	97.83
T2	97.83	1.16 NS	0.0
T1	96.67	0.0	

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba MDS, para el factor "B" enraizantes, no se encuentran diferencias significativas, entre los tratamientos,

3.3. Número de brotes a los 60 días del trasplante

Se registró esta variable por observación a los 60 días después de la siembra de las estacas en las fundas, contando el número de brotes desarrollados en el esqueje, tomando 6 plantas al azar de cada unidad experimental.

Tabla N°14 Medias del número de brotes por estacas a los 60 días del trasplante

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1 = T1E1	3,00	2,00	2,00	**7,00**	**2,33**
T2 = T1E2	1,00	2,00	1,00	**4,00**	**1,33**
T3 = T2E1	2,00	2,00	1,00	**5,00**	**1,67**
T4 = T2E2	2,00	1,00	1,00	**4,00**	**1,33**
TOTAL BLOQUE	**8,00**	**7,00**	**5,00**	**20,00**	**6,67**
PROMEDIO BLOQUE	**2,00**	**1,75**	**1,25**		**1,67**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla referente al número de brotes por estaca a los 60 días, se tiene que el mayor promedio de brotes por cladodios se presenta con los tratamientos T1 (T1E1) (Tamaño de la estaca 20 cm; sometida al enraizaste Phylum Max R) y el T3 (T2E1 = Tamaño estaca 30 cm, con enraizaste Phylum Max R), con un promedio de 2 brotes por

cladodio, seguido de los tratamientos T2 y T4, que presento un promedio de 1 brotes por cladodio, en general a los 60 días después del trasplante el número de brotes por cladodio varia en un rango de 1a 2 brotes por esqueje.

Tabla N°15. Análisis de varianza para el número de brotes en la estaca a los 60 días del trasplante, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	2.00	0.667	2.00 NS	4.07	7.59
FACTOR "A"	1	1.3333	1.3333	4.00 NS	5.32	11.26
FACTOR "B"	1	0.33	0.333	1.00 NS	5.32	11.26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.33	0.333	1.00 NS	5.32	11.26
ERROR	8	2.67	0.333			
TOTAL	11	4.67	0.424			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el numero de brotes por cladodio a los 60 días, aplicado para el factor A (Tamaño de la estaca) y factor B (Tipos de enraizantes), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación, lo que indica que no existe influencias de los enraizadores en la reproducción del número de brotes, en los 4 tratamientos en estudio.

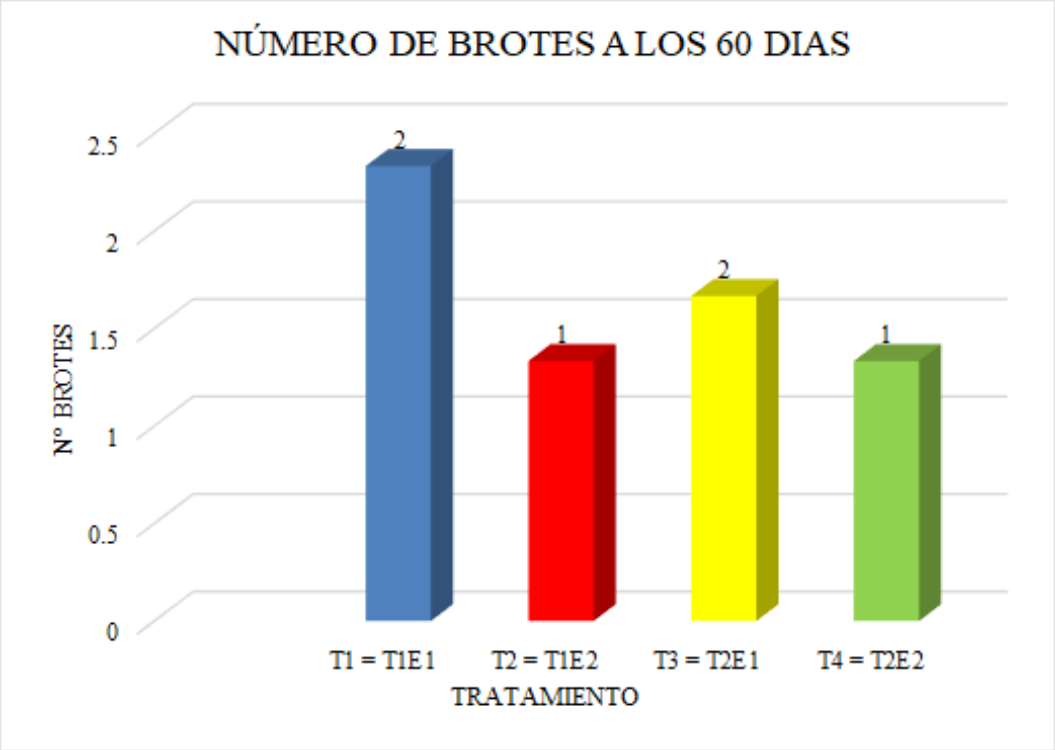
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{0.333}}}{\mathbf{1{,}67}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{34.55\ \%}$$

El CV = 34.55 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 3 Resultado de número de brotes a los 60 días



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°3, se muestra las medias del número de brotes por estaca a los 60 días de trasplante, donde se establece que el tratamiento T1 y T3 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R; T2 = tamaño de la estaca de 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R), los cuales presentaron el mayor número de brotes por cladodio con un promedio de 2 brotes por esqueje, seguido del tratamiento del tratamiento T2 y T4 (T2 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku y Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), los cuales presentaron un tamaño promedio de 1 brote por esqueje, que son los de menor porcentaje de prendimiento. En forma general el número de brotes por estacas de Pitahaya a los 60 días varia en un rango de 1 a 2 brotes por esqueje.

No se desarrolló la prueba de Tukey porque no existen diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación

3.4. Número de brotes a los 90 días del trasplante

También se registró esta variable por observación a los 90 días después de la siembra de las estacas en las bolsas, contando el número de brotes desarrollados en el esqueje, tomando 6 plantas al azar de cada unidad experimental.

Tabla N°17 Comparación de medias para el número de brotes en las estacas a los 90 días del trasplante.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1 = T1E1	6,00	5,00	5,00	**16,00**	**5,3**
T2 = T1E2	3,00	6,00	4,00	**13,00**	**4,3**
T3 = T2E1	4,00	6,00	5,00	**15,00**	**5,0**
T4 = T2E2	5,00	4,00	6,00	**15,00**	**5,0**
TOTAL BLOQUE	**18,00**	**21,00**	**20,00**	**59,00**	
PROMEDIO BLOQUE	**4,50**	**5,25**	**5,00**		**4,92**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior referente al número de brotes por estaca a los 90 días, se tiene que el mayor promedio de brotes por esqueje, se presenta con el tratamiento T1, T3 y T4 (T1E1 = Tamaño de la estaca 20 cm; sometida al enraizaste Phylum Max R), T3 (T2E1 = Tamaño estaca 30 cm, con enraizaste Phylum Max R) y T4 (T2E2 = Tamaño estaca 30 cm, con enraizaste Nafusako), con un promedio de 5 brotes por esqueje, seguido del tratamiento T2 (T1E2 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizante Nafusako), que presento un promedio de 4 brotes por esqueje, el número de brotes por esqueje, varia dentro de un rango 4 a 5 brotes por esqueje en los 4 tratamientos.

Tabla N°16 Análisis de varianza para el número de brotes en las estacas a los 90 días del trasplante, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F"	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	1.58	0.528	0.45	4.07	7.59
FACTOR "A"	1	0.750	0.7500	0.64	5.32	11.26
FACTOR "B"	1	0.08	0.083	0.07	5.32	11.26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.75	0.750	0.64	5.32	11.26
ERROR	8	9.33	1.167			
TOTAL	11	10.92	0.992			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el numero de brotes a los 90 días, aplicado para el factor A (Tamaño de la estaca) y factor B (Tipos de enraizantes), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente importantes entre el tamaño de las estacas y los enraizadores, en los 4 tratamientos en estudio.

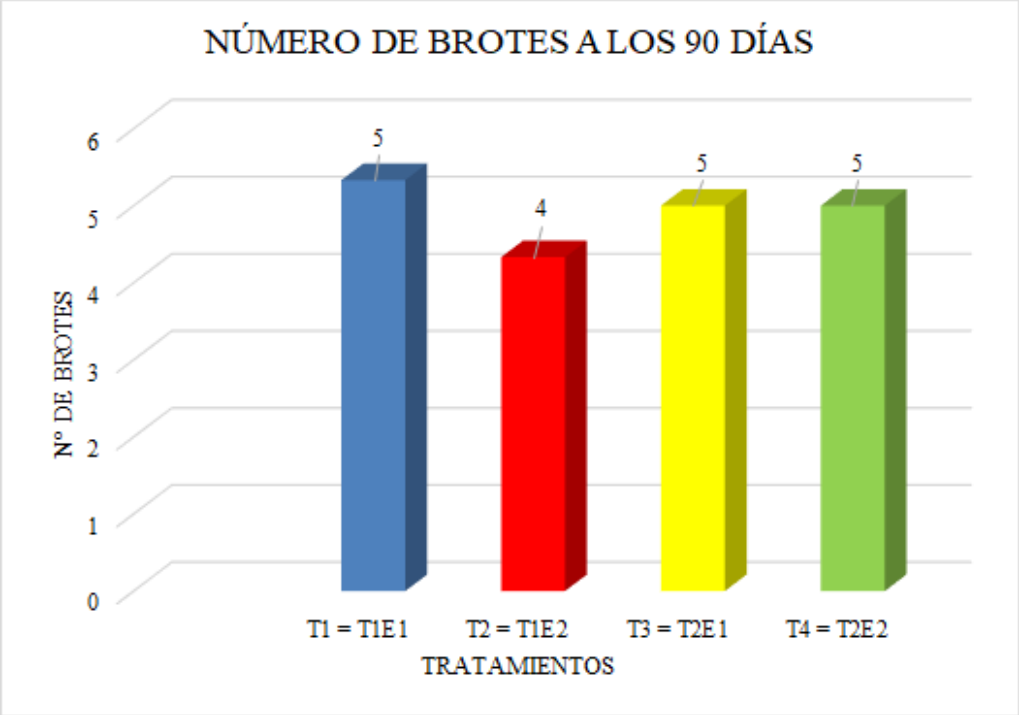
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{1.167}}}{\mathbf{4.92}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{21.97\ \%}$$

El CV = 21.97 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 4 Resultado de numero de brotes a los 90 días



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°4, se muestra las medias del porcentaje de prendimiento de las estacas a los 90 días de trasplante, en este sentido los tratamientos T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) y T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusako) reportan un promedio de 5 brotes por esqueje después del transplante, seguido del tratamiento T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = enraizador Phylum Max R), con un promedio de 5 brotes por esqueje. El tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de 4 brotes por esqueje, que es el que menor número de brotes por esqueje. En forma general el número de brotes por esquejes de Pitahaya a los 90 días varia en un rango de 4 a 5 brotes por esqueje.

Prueba de tuckey

No se desarrolló la prueba de Tukey por que no existen diferencia para ninguna de las fuentes de variación.

3.5. Longitud del brote a los 60 dias del trasplante

Se midió desde la base de la arista hasta el ápice de los brotes, en 6 plantas de cada unidad experimental seleccionadas al azar a los 60, días después del trasplante de las estacas en cada una de las bolsas, para lo cual se utilizó una cinta métrica.

Tabla N°17 Comparación de medias para la longitud del brote a los 60 días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	1	2	3		
T1 = T1E1	1,2	2,0	3,3	**6,50**	**2,17**
T2 = T1E2	1,8	1,8	1,8	**5,46**	**1,82**
T3 = T2E1	1,7	2,7	1,0	**5,34**	**1,78**
T4 = T2E2	1,6	2,0	3,7	**7,27**	**2,42**
TOTAL BLOQUE	**6,27**	**8,47**	**9,83**	**24,57**	
PROMEDIO BLOQUE	**1,6**	**2,1**	**2,5**		**2,05**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (Tabla N°19) referente a la longitud de brotes a los 60 días, las diferencias en longitud de brotes son mínimas, donde los tratamientos T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) y T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku) presentan los mayores tamaños de los brotes con 2.17 y 2.42 cm respectivamente, seguidos de los tratamientos T2 (T1E2 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizantes Nafusaku) y T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = enraizador Phylum Max R), con valores de 1,78 y 1.82 cm, variando la longitud de los brotes a los 60 días en un rango de 1.78 a 2.42 cm.

Tabla N°18 Análisis de varianza la longitud del brote a los 60 días, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	0,84	0,279	0.36 NS	4,07	7,59
FACTOR "A"	1	0,066	0,0660	0.09 NS	5,32	11,26
FACTOR "B"	1	0,04	0,035	0.05 NS	5,32	11,26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0,74	0,735	0.95 NS	5,32	11,26
ERROR	8	6,20	0,775			
TOTAL	11	7,04	0,640			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la longitud del brote a los 60 días, aplicado para el factor A (Tamaño de la estaca) y factor B (Tipos de enraizantes), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente importantes entre el tamaño de las estacas y los enraizadores, para el tamaño de los brotes a los 60 días después del trasplante en los 4 tratamientos en estudio.

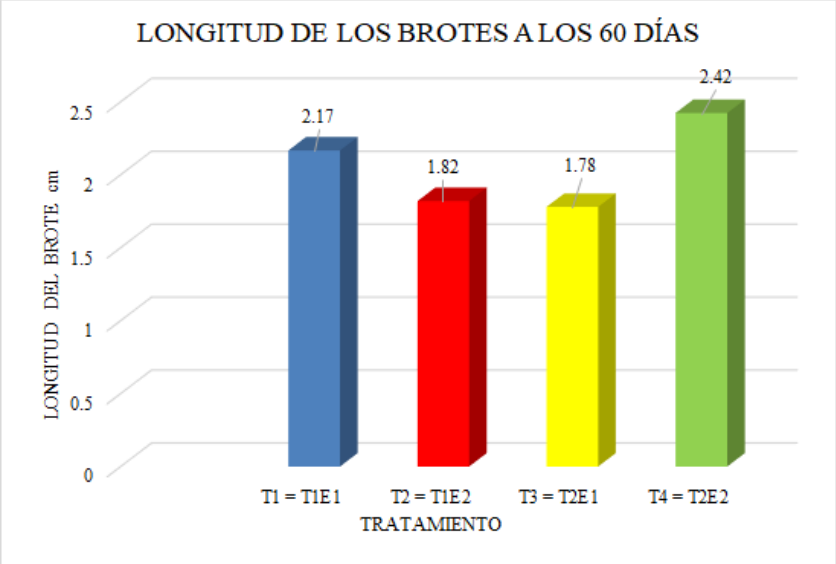
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{0.775}}}{\mathbf{2.05}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{32.94\ \%}$$

El CV = 32.94 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 5 longitud de los brotes a los 60 días



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 5, se muestra las medias de la longitud promedio de brotes a los 60 días de trasplante, en este sentido el tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku) presento el promedio de longitud más alto con 2.42 cm, seguido del tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), con una longitud promedio de 2.17 cm. El tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku) y el tratamiento T3 (T2=Tamaño de estaca 30 cm y E1=enraizador Phyllum Max R), presentaron un promedio de longitud de 1.78 a 1.82 cm respectivamente constituyéndose en el menor promedio de longitud de brotes. En forma general el promedio de longitud de brotes de las estacas de Pitahaya a los 60 días después del trasplante varia en un rango de 1.78 a 2.42 cm de longitud.

Prueba de tuckey

No se desarrolló la prueba de Tukey por que no existen diferencia para ninguna de las fuentes de variación.

3.6. Longitud del brote a los 90 días

Para evaluar el desarrollo de los brotes se continuo con la medición de la longitud del brote, en 6 plantas de cada unidad experimental seleccionadas al azar a los 90, días después del trasplante de las estacas en cada una de las bolsas, acompañado de la medición del diámetro del brote.

Para la medición de la longitud del brote, se consideró el primer y segundo brote emitido, los demás, en algunos casos se podaron.

Tabla N°19 Comparación de medias para la longitud del brote a los 90 días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	1	2	3		
T1 = T1E1	6,83	4,67	8,33	**19,83**	**6,6**
T2 = T1E2	9,50	7,83	6,67	**24,00**	**8,0**
T3 = T2E1	5,67	9,17	7,00	**21,84**	**7,3**
T4 = T2E2	8,83	5,67	9,67	**24,17**	**8,1**
TOTAL BLOQUE	**30,83**	**27,34**	**31,67**	**89,84**	
PROMEDIO BLOQUE	**7,7**	**6,8**	**7,9**		**7,49**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (Tabla N°21) referente a la longitud promedio de brotes por estaca a los 90 días, se tiene que el mayor promedio de longitud se presenta con el tratamiento T2 (T2E2 = estaca T2 (30 cm) sometida al enraizante E2 (Nafusaku), con un promedio de longitud de 8,1 cm, seguido del tratamiento T1 (T1E2 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizante Nafusaku), que presento un promedio de 8 cm de longitud y finalmente el menor promedio de longitud fue con el tratamiento T1 (T1E1 = Tamaño estaca 20 cm

y enraizante Phylum Max R), con un promedio de 6,6 cm de longitud, variando el promedio de longitud en un rango de 6,6 a 8,1 cm en los 4 tratamientos.

Tabla N°20 Análisis de varianza longitud del brote a los 90 días, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	4.20	1.400	0.43 NS	4.07	7.59
FACTOR "A"	1	3.521	3.5208	1.09 NS	5.32	11.26
FACTOR "B"	1	0.40	0.396	0.12 NS	5.32	11.26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.28	0.282	0.09 NS	5.32	11.26
ERROR	8	25.96	3.245			
TOTAL	11	30.16	2.742			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la longitud de brotes por estaca a los 90 días, aplicado para el factor A (Tamaño de la estaca) y factor B (Tipos de enraizantes), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente importantes entre el tamaño de las estacas y los enraizadores, en los 4 tratamientos, para la variable en estudio.

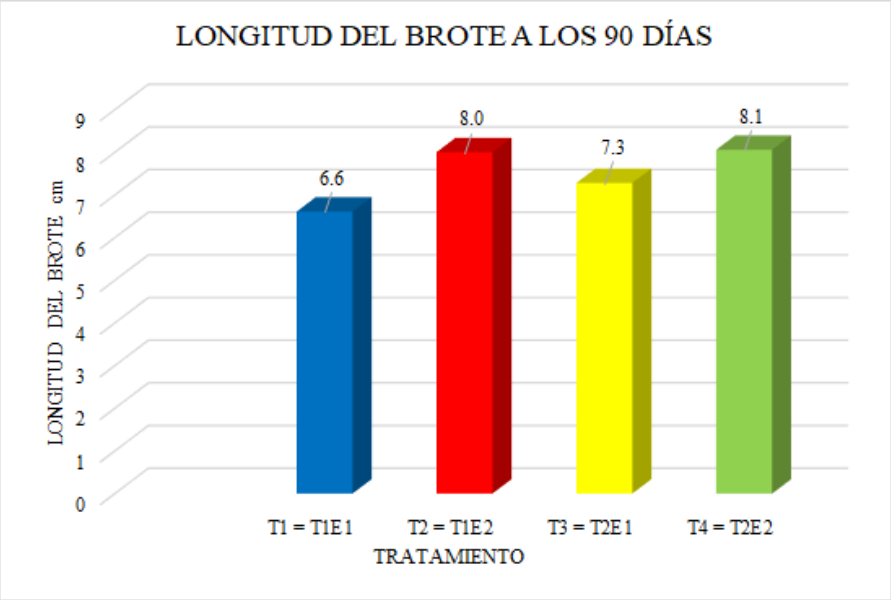
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{3.245}}}{\mathbf{7.49}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{24.06\ \%}$$

El CV = 24.06 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 6 Muestra de medias de longitud del brote a los 90 días



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°6, se muestra las medias del promedio de longitud de los brotes de cada estaca a los 90 días de trasplante, en este sentido el tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento la mayor longitud del brote de 8.1 cm después del transplante, seguido del tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), con un promedio de 8,0 cm de longitud del brote. El tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), presento un promedio de 6.60 cm, que es el que menor promedio de longitud de brote. En forma general el promedio de longitud de los brotes por estaca de Pitahaya a los 90 días después del trasplante varia en un rango de 6.60 a 8.10 cm de longitud del brote para los cuatro tratamientos planteados en la presente investigación.

Prueba de tuckey

No se desarrolló la prueba de Tukey por que no existen diferencia para ninguna de las fuentes de variación.

3.7. Longitud del brote a los 120 días

Continuando con la evaluación del desarrollo de los cladodios, se continuó midiendo la longitud del brote de cada unidad experimental seleccionadas al azar a los 90, días después del trasplante de las estacas, acompañado de la medición del diámetro del brote.

Para la medición de la longitud del brote, se consideró el primer y segundo brote emitido, los demás, en algunos casos se podaron, para permitir el desarrollo de los brotes seleccionados, los resultados los presentamos a continuación:

Tabla N°21 Comparación de medias para la longitud del brote a los 120 días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	1	2	3		
T1 = T1E1	24,7	18,5	24,5	**67,67**	**22,56**
T2 = T1E2	13,8	14,3	15,0	**43,16**	**14,39**
T3 = T2E1	25,8	23,2	24,2	**73,17**	**24,39**
T4 = T2E2	19,5	16,3	18,0	**53,83**	**17,94**
TOTAL BLOQUE	**83,83**	**72,33**	**81,67**	**237,83**	
PROMEDIO BLOQUE	**21,0**	**18,1**	**20,4**		**19,82**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior referente al promedio de longitud de los brotes a los 120 días, se tiene que el mayor promedio de longitud se presenta con el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), con un promedio de 24,39 cm de longitud, seguido del tratamiento T1 (T1 = Tamaño estaca 20 cm, E1 = enraizantes Phyllum Max R), que presento un promedio de longitud de 22,56 cm y finalmente el menor promedio de longitud fue con el tratamiento T2 (T1 = Tamaño estaca 20 cm y E2 = enraizante Nafusaku), con un promedio de 14,39 cm de longitud, variando el promedio de longitud en un rango de 14,39 a 24,39 cm de longitud de brotes en los diferentes tratamientos evaluados.

Según Aguilar muestra que mejor respuesta de longitud de brotes en cladodios de 50 cm, frente a los de 30 cm, con 25,52 y 22,24 cm respectivamente. Resultados superiores a los obtenidos por el presente estudio.

También se procedió a la medición del volumen del brote, donde se deduce que el mejor resultado en volumen de brotes se obtuvo en cladodios de 30 cm de longitud, con 116,51 cm^3, frente a los de 20 cm, que alcanzó 76,71 cm^3, medidos a los 120 días después de la siembra; la longitud y el diámetro de brotes tienen relación directa con el volumen, razón por la cual se justifican los resultados obtenidos.

Tabla N°22. Análisis de varianza para la longitud del brote a los 120 días, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	184,25	61,417	14.44**	4,07	7,59
FACTOR "A"	1	160,235	160,2352	37.67**	5,32	11,26
FACTOR "B"	1	21,79	21,789	5.12 NS	5,32	11,26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	2,23	2,227	0.52 NS	5,32	11,26
ERROR	8	34,03	4,254			
TOTAL	11	218,28	19,844			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la longitud de brotes a los 120 días, aplicado para el factor A (Métodos tamaños de las estacas) y factor B (Tipos de enraizadores), el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde F calculada es mayor que F tabulado al 5% y 1 % (14.44 > 4.07 y 7.59), para el factor A (Tamaño de los cladodios), existen diferencias altamente significativas ya que la F calculado al 1% y 5% es mayor que la F tabulado (37.67 > 5.32 y 11.26), para el factor B (Tipos de enraizadores) $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ al 1 y 5% de probabilidad (5.12 < 5.32 y 11.26) y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ (0.52 < 5.32 y 11.26) donde no existe diferencias significativas. Datos que confirman que los enraizantes no tienen influencia en la longitud de los brotes de la pitahaya, Según López et al. (2000), el tamaño del cladodio, entre otros factores, tiene influencia sobre el

desarrollo de los brotes de la pitahaya, mediante la producción de hormonas y carbohidratos que permiten el desarrollo y crecimiento de los mismos.

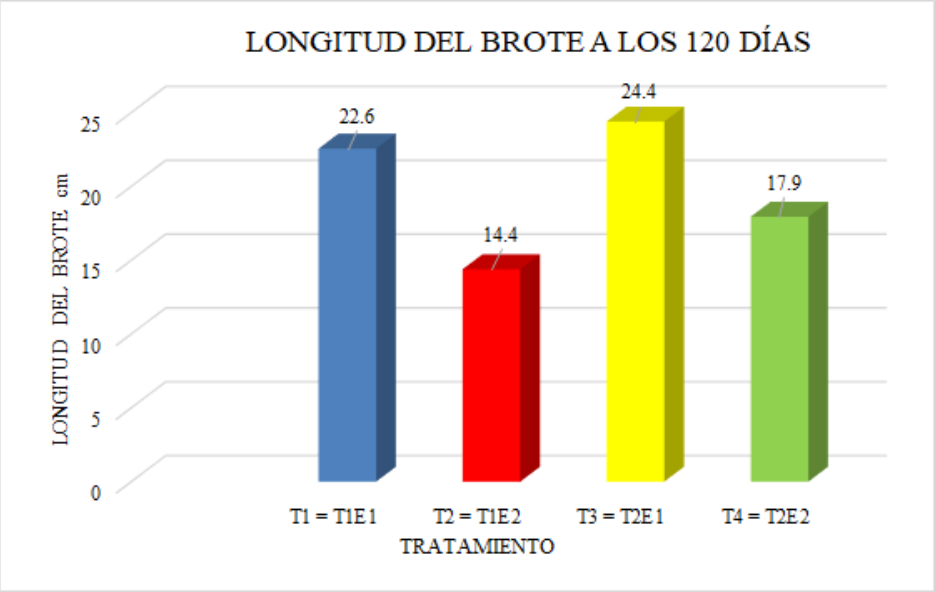
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{2.227}}}{\mathbf{19.82}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{7.53\ \%}$$

El CV = 7.53 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 7 Muestra de las medias de la longitud del brote



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°7, se muestra los promedios de longitud de brotes a los 120 días de trasplante, en este sentido el tratamiento T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor promedio con 24.4 cm de longitud de brote después del transplante, seguido del tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca

20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), con un promedio de 22.6 cm de longitud de brote . El tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de 14.4 cm de longitud del brote que es el que menor promedio de longitud presento. En forma general el promedio de longitud de brotes de las estacas de Pitahaya a los 120 días después del trasplante varia en un rango de 14.4 a 24.4 cm de longitud de brote.

Para completar con los datos se procedió a pesar los brotes, podados, donde existen diferencias significativas para los tratamientos tamaños de cladodios utilizados en la investigación, donde se evidenció mejores resultados en los cladodios de 30 cm, frente a los de 20 cm, con 122,98 y 83,51 gr. respectivamente. Los valores obtenidos se explican en razón de que, al obtener, mayor longitud y diámetro de brotes en cladodios de 30 cm, se corresponde directamente con un peso mayor, siendo variables directamente proporcionales, esta variable solamente se desarrolló por muestreo para no perjudicar el desarrollo de los brotes y por ende de la planta.

Prueba de tuckey

Aplicando la prueba de Tukey podemos establecer lo siguiente.

Tabla N°23 Cálculo de los límites de significancia para el tamaño del brote a los 120 días

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5
Sd =(√CME)/B x R	0.842	0.842	0.842	0.842
q (5%)	3.261	4.041	4.529	4.886
q (1%)	4.746	5.635	6.204	6.625
W = q (5%) x Sd	2.75	3.40	3.81	4.11
W = q (1%) x Sd	4.00	4.74	5.22	5.58

Tabla N°24. Diferencia entre tratamientos para el tamaño del brote a los 120 días.

TRATAMIENTO		T1	T2	T3	T4
	Ẍ	14,40	17,90	22,6	24,4
T3	24,40	10.00**	6.50**	1.80 NS	0,00
T1	22,60	8.20**	4.7**	0,00	
T4	17,90	3.50**	0,00		
T2	14,40	0,00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25 Resultado de la PRUEBA DE TUKEY para el tamaño del brote a los 120 días.

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
T3	24.40	A
T1	22.60	A
T4	17.90	B
T2	14.40	B

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamientos en 2 grupos mostrando diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R) y T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), presenta

el mayor promedio de longitud de brote a los 120 días después del trasplante con un valor de 24.40 y 22.60 cm, respectivamente, mostrando diferencias altamente significativas con los tratamientos T4 y T2 que conforman el segundo grupo “B”, (T4 = T2 Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku y T2 =T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), con un valor que varía entre 17.9 a 14.4 cm, con diferencias significativas entre ellos.

Tabla N°26 Diferencia entre de los tamaños de las estacas para el tamaño del brote a los 120 días

TAMAÑO ESTACA		T1	T2
	Ẍ	18.47	21.17
T2	21.17	2.70 NS	0.0
T1	18.47	0.0	

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba MDS, para el factor “B” enraizantes, no se encuentran diferencias significativas, entre los tratamientos,

3.8. Volumen de las raíces

Medir el volumen de las raíces de la pitahaya es importante para evaluar el crecimiento de la planta y su adaptación a condiciones de sequía.

Tabla N°27 Comparación de medias para el volumen de las raíces

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	1	2	3		
T1 = T1E1	26,67	26,67	21,67	**75,01**	**25,0**
T2 = T1E2	20,00	18,33	11,67	**50,00**	**16,7**
T3 = T2E1	30,00	23,33	28,33	**81,66**	**27,2**
T4 = T2E2	25,00	11,67	18,33	**55,00**	**18,3**
TOTAL BLOQUE	**101,67**	**80,00**	**80,00**	**261,67**	
PROMEDIO BLOQUE	**25,4**	**20,0**	**20,0**		**21,81**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior referente al volumen de raíces por estaca a los 120 días, se tiene que el mejor resultado en volumen radicular es con el tratamiento T2 (T2 = tamaño de la estaca 30 cm, sometida al enraizantes E1 = Phyllum Max R), con un promedio de volumen de 27 cm^3, seguido del tratamiento T1 (T1E1 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizante Phyllum Max R), que presento un promedio de volumen de 25 cm^3 y finalmente el menor volumen de las raíces fue con el tratamiento T3 (T1= Tamaño estaca 20 cm y E2 = enraizante Nafusaku), con un promedio de volumen de 17 cm^3, variando el promedio de volumen radicular en un rango 17 a 27 cm^3 en los 4 tratamientos.

El volumen de raíz se ve afectado por los niveles de humedad, sombra y tamaño de esqueje, donde la humedad de 0-70%, y sombra al 25% tiene mayores volúmenes en raíz (cm^3) y a un menor contenido de humedad, las raíces son más cortas, pero con un mayor grosor, y por ende menor volumen de raíces, debido a que se limita la pérdida de agua y se mantiene las reservas de agua en el tallo. Las condiciones contrastantes en humedad, indican la facilidad del cultivo para adaptarse a situaciones con limitaciones o disponibilidad de agua.

Tabla N°28 Análisis de varianza para el volumen de las raíces, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	234.02	78.006	3.70 NS	4.07	7.59
FACTOR "A"	1	222.482	222.4824	10.57 **	5.32	11.26
FACTOR "B"	1	11.31	11.310	0.54 NS	5.32	11.26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.23	0.227	0.011 NS	5.32	11.26
ERROR	8	168.45	21.056			
TOTAL	11	402.47	36.588			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el volumen de las raíces, aplicado para el factor A (Métodos tamaños de las estacas) y factor B (Tipos de enraizadores), el ANOVA, nos muestra

que no existen diferencias significativas para tratamientos donde F, para el factor A (Tamaño de los cladodios), existen diferencias altamente significativas ya que la F calculado al 1% y 5% es mayor que la F tabulado (10.57 > 5.32 y 11.26), para el factor B (Tipos de enraizadores) $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ al 1 y 5% de probabilidad (0.54 < 5.32 y 11.26) y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ (0.011 < 5.32 y 11.26) donde no existe diferencias significativas.

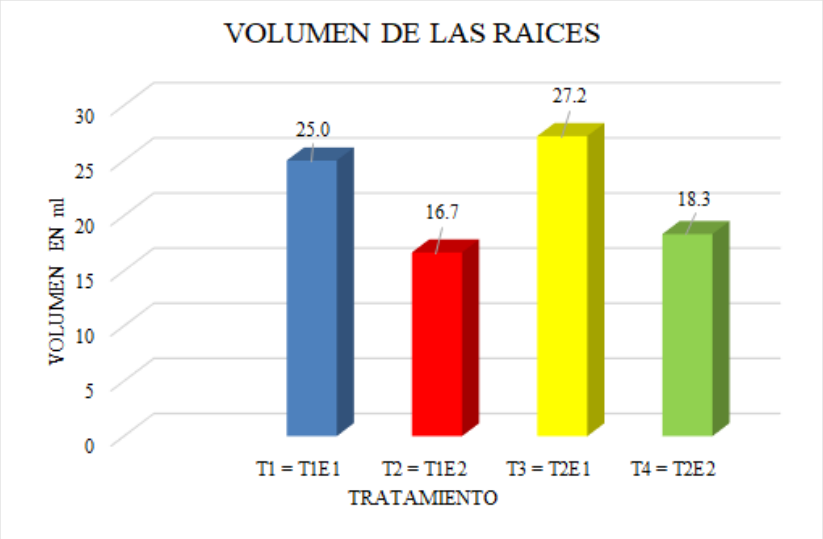
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{21.56}}}{\mathbf{21.81}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{21.28\ \%}$$

El CV = 21.28 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 8 Las medias del promedio del volumen de las raíces.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°8, se muestra las medias del promedio de volumen de las raíces las estacas en la etapa final de la investigación, en este sentido el tratamiento T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor promedio con un 27.7 cm^3 de volumen radicular, seguido del tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), con 25.0 cm^3 de volumen radicular del esqueje, El tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de volumen de 16.7 cm^3, que es el menor promedio de volumen radicular. En forma general el promedio de volumen de la raíz de las estacas de Pitahaya varia en un rango de 16.7 a 27.2 cm^3.

Los mayores volúmenes de raíces se observaron en esquejes de menor tamaño (40 cm), obteniendo las relaciones raíz/ tallo más altas en comparación a esquejes de 60 cm, lo que indica que en limitaciones de humedad y con menos cantidad de reservas en el tallo, la planta aprovecha la poca agua disponible en el suelo, al emitir raíces efímeras en los primeros 40 cm de profundidad (Mizrahi, 2014). En el caso de nuestra investigación los esquejes de 30 cm, el volumen de raíces se reduce por contenido de humedad en el suelo y está en función de las reservas de agua del esqueje en tejidos de reserva. Esto concuerda con los trabajos de Geydan y Melgarejo (2005), quienes indican que el sistema radicular de plantas exhibe pequeños volúmenes y proporciones de raíz/ tallo que limitan la pérdida de agua hacia el suelo, sin embargo, poseen la habilidad para la toma rápida de agua cuando están hidratadas.

Prueba de tuckey

No se desarrolló la prueba de Tukey por que no existen diferencia para ninguna de las fuentes de variación.

3.9. Longitud de las raíces

Una adaptación importante de las cactáceas para sobrevivir en un medio dado es la facilidad de absorción rápida de agua como la gran longitud que adquieren algunas de

sus raíces, y el almacenamiento de agua en las enormes raíces tuberosas que tienen (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978). La raíz de la Pitahaya, presenta una caliptra o cofia similar al resto de las plantas dicotiledóneas (Gibson y Nobel, 1986). La raíz presenta una rizodermis que generalmente consta de un estrato de células, los pelos radicales los cuales se forman mediante proyecciones de las paredes celulares, aumentando la superficie disponible para la absorción de agua y nutrientes (Nobel, 1988). En este sentido el desarrollo radicular de los cladodios es de suma importancia.

Tabla N°29 Comparación de medias para la longitud de las raíces

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			TOTAL	MEDIA
	1	2	3		
T1 = T1E1	21,67	24,00	19,67	**65,34**	**21,78**
T2 = T1E2	14,00	19,00	12,67	**45,67**	**15,22**
T3 = T2E1	20,00	21,33	21,33	**62,66**	**20,89**
T4 = T2E2	18,00	12,67	13,33	**44,00**	**14,67**
TOTAL BLOQUE	**73,67**	**77,00**	**67,00**	**217,67**	
PROMEDIO BLOQUE	**18,42**	**19,25**	**16,75**		**18,14**

Fuente: Elaboración propia

En tabla anterior (Tabla N°31) referente al promedio de longitud de raíces en la etapa final de la investigación, se tiene que el mayor promedio de longitud radicular se presenta con el tratamiento T1 (T1 = tamaño de estaca 20 cm, sometida al enraizante E1 = Phyllum Max R con un promedio de longitud de 21,78cm, seguido del tratamiento T2 (T2 = Tamaño estaca 30 cm, con E1 = enraizante Phyllum Max R), que presento un promedio de 20,89 cm de longitud de la raíz y finalmente el menor promedio de longitud se obtuvo con el tratamiento T4 (T2 = Tamaño estaca 30 cm y E2 enraizante Nafusaku), con un promedio de 14,67 cm variando el promedio de longitud de la raíz en un rango de 14,67 a 21,78 cm de en los valores.

Al finalizar la evaluación se procedió a muestrear el número de raíces principales emitidas por los dos tamaños de cladodios de 20 y 30 cm, se determinó que existe diferencia significativa, obteniéndose un promedio de 6,21 raíces en cladodios de 30

cm, mientras que en los cladodios de 20 cm fue de 4, 91 unidades. Los resultados son diferentes a los obtenidos por Balaguera *et al.* (2010), ya que no encontraron diferencias significativas entre el número de raíces y los dos tamaños de cladodios (40 y 60 cm) utilizados en su investigación; el resultado se sustenta por la mayor presencia de sustancias de reserva y concentración hormonal (Hartmann y Kester, 1998) que presentaron los cladodios de 50 cm frente a los de 30 cm. Los meristemos apicales de la raíz son considerados como centros de síntesis de auxinas en mínimas cantidades, lo que favorece la rizogénesis (Quispe, 2013)

También se evidenció los resultados de pesos promedios de raíces, a los 120 días después del trasplante, donde los valores mayores se obtuvieron en los cladodios de 30 cm y los menores en los de 20 cm, con 13,02 y 8,8 g, respectivamente; el resultado se explica por la mayor presencia de sustancias de reserva y concentración hormonal según Hartmann y Kester, (1998), lo que tiene relación directa con el fenómeno de rizogénesis, con el mayor número y longitud de raíces, influyendo directamente en su peso.

Tabla N°30 Análisis de varianza para la longitud de las raíces, con una probabilidad de 1 y 5 %.

FUENTES DE VARIACIÓN (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (G.L.)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADO MEDIO (CM)	"F" CALCULADA	"F" TABULADO	
					5%	1%
TRATAMIENTOS	3	124,09	41,365	6.65**	4,07	7,59
FACTOR "A"	1	122,432	122,4324	19.69**	5,32	11,26
FACTOR "B"	1	1,58	1,577	0,25	5,32	11,26
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0,09	0,085	0,01	5,32	11,26
ERROR	8	49,74	6,217			
TOTAL	11	173,83	15,803			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el porcentaje de longitud de la raíz, aplicado para el factor A (Métodos tamaños de las estacas) y factor B (Tipos de enraizadores), el ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde F calculado es mayor que F tabulado al 5% y 1 % (6.65 > 4.07 y 7.59), para el factor A (Tamaño

de los cladodios), existen diferencias altamente significativas ya que la F calculado al 1% y 5% es mayor que la F tabulado (19.69 > 5.32 y 11.26), para el factor B (Tipos de enraizadores) $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ al 1 y 5% de probabilidad (0.25 < 5.32 y 11.26) y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ (0.01 < 5.32 y 11.26) donde no existe diferencias significativas.

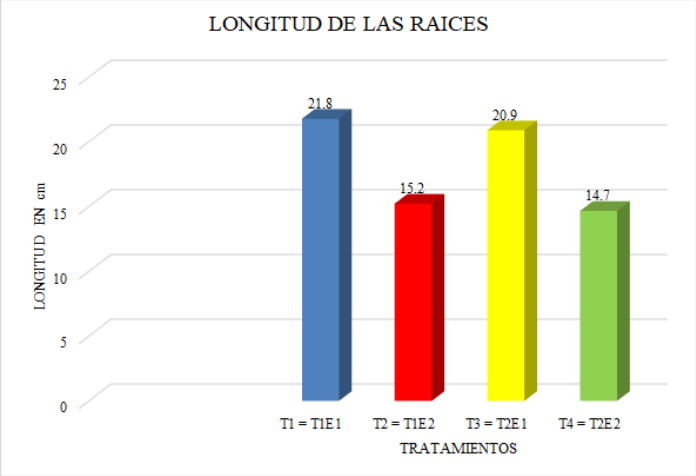
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{CME}}}{\ddot{\mathrm{X}}}\right) * \mathbf{100}$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\mathbf{6.217}}}{\mathbf{18.14}}\right) * \mathbf{100} = \mathbf{13.75\ \%}$$

El CV = 13.75 % indica que los datos experimentales son confiables ya que el CV se halla por debajo del valor recomendado (CV <50), Calzada, (1982). Y es adecuado para la variable experimental altura de planta.

Gráfico N° 9 Medias del promedio de longitud de las raíces



En la gráfica N°9, se muestra las medias del promedio de longitud de las raíces de las estacas en la etapa final de la investigación, en este sentido el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor promedio de longitud radicular de 21.8 cm, seguido del tratamiento T3 (T2 = Tamaño

de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), con un promedio de longitud de 20.9 cm. El tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de longitud de 15.2 cm que es el que menor promedio de longitud. En forma general el promedio de longitud radicular de las estacas de Pitahaya en la etapa final de la investigación varia en un rango de 14.7 a 21.8 cm.

Prueba de tuckey

Aplicando la prueba de Tukey podemos establecer lo siguiente

Tabla N°31 Cálculo de los límites de significancia para la longitud de las raíces análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5
Sd =(√CME)/B x R	1.018	1.018	1.018	1.018
q (5%)	3.261	4.041	4.529	4.886
q (1%)	4.746	5.635	6.204	6.625
W = q (5%) x Sd	3.32	4.11	4.61	4.97
W = q (1%) x Sd	4.83	5.74	6.32	6.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32 Diferencia entre tratamientos para la longitud de las raíces

TRATAMIENTO		**T4**	**T2**	**T3**	**T1**
	Ẍ	**14,70**	**15,20**	**20,9**	**21,8**
T1	**21,80**	**7.10****	**6.60****	0.90 NS	0,00
T3	**20,90**	**6.20****	**5.70****	0,00	
T2	**15,20**	0.50 NS	0,00		
T4	**14,70**	0,00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33 Resultado de la PRUEBA DE TUKEY para la longitud de las raíces

Tratamiento	Promedio	Agrupamiento
T1	21.80	A
T3	20.90	A
T2	15.20	B
T4	14.70	B

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 2 grupos mostrando diferencias significativas entre ellos, el grupo "A" conformado por el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R) y T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), presenta el mayor promedio de longitud en la etapa final de la investigación con un valor de 21.80 a 20.90 cm respectivamente, mostrando diferencias significativas con los tratamientos T2 y T4 que conforman el segundo grupo "B", el segundo grupo "B" constituido por el tratamiento T2 y T4 (T2 = T1Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku y T4=T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2= Enraizador Nafusaku), con un valor que varía entre 15.20 a 14.70cm, con diferencias significativas entre ellos.

Tabla N°34 Diferencia entre de los tamaños de las estacas para la longitud de las raíces

TAMAÑO ESTACA		T2	T1
	Ẍ	17.78	18.50
T1	18.50	0.72 NS	0.0
T2	17.78	0.0	

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la prueba MDS, para el factor "B" enraizantes, no se encuentran diferencias significativas, entre los tratamientos,

3.10. Análisis beneficio costo

El análisis económico es considerado de importancia, procurando siempre hacerlo lo más objetivo posible, para poder informar de los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

Este análisis se realizó según la propuesta metodología descrita por Perrin, (1988), quien recomienda el análisis de costos variables, beneficios brutos, beneficios netos y la relación beneficio/costo, sobre la base de los rendimientos y costos obtenidos por tratamiento. El Cuadro 30 muestra el costo total del trabajo de investigación que contempla la infraestructura, obtención de las estacas de la Pitahaya y la estabilización de las camas de propagación asciende a 3974.6 Bs. para un área de 11.56 m^2.

Tabla N°35 Costos de producción total y por tratamiento

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C.U. (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)	COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO (Bs.)			
					T1 = T1E1	T2 = T1E2	T3 = T2E1	T4 = T2E2
A. INFRAESTRUCTURA				**150,0**	**37,5**	**37,5**	**37,5**	**37,5**
Construcción de carpa solar	Jornales	1,50	100,0	150,0	37,5	37,5	37,5	37,5
Acondicionamiento de platabandas				**450,0**	**112,5**	**112,5**	**112,5**	**112,5**
Desmalezado y marcación	Jornales	1,50	100,0	150,0	37,5	37,5	37,5	37,5
Colocado de locetas	Jornales	2,00	100,0	200,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Colocado de grava y Arena	Jornales	1,00	100,0	100,0	25,0	25,0	25,0	25,0
B. SISTEMA DE RIEGO				**110,0**	**27,5**	**27,5**	**27,5**	**27,5**
Mangueras	m	10,00	7,0	70,0	17,5	17,5	17,5	17,5
Costo del Agua	Mes	4,00	10,0	40,0	10,0	10,0	10,0	10,0
C. INSUMOS				**1853,8**	**463,4**	**463,4**	**463,4**	**463,4**
Polietileno de 15 cm x 25 cm x 60 micrones	kg	2,00	20,0	40,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Estacas de pitajaya	Unidades	72,00	25,0	1800,0	450,0	450,0	450,0	450,0
CTC	Lts	0,25	55,0	13,8	3,4	3,4	3,4	3,4
D. COSTO DEL SUSTRATO				**30,5**	**7,6**	**7,6**	**7,6**	**7,6**
Limo 30 %	m^3	0,1188	70,0	8,3	2,1	2,1	2,1	2,1
Abono vegetal	m^3	0,2772	80,0	22,2	5,5	5,5	5,5	5,5
E. ENRAIZADOR				**67,5**	**13,8**	**20,0**	**13,8**	**20,0**
Nafusaku	kg	0,50	80,0	40,0	0,0	20,0	0,0	20,0
Enrraizante, Phylum Algas Marina	Lt.	0,25	110,0	27,5	13,8	0,0	13,8	0,0
F. PLANTACIÓN				**450,0**	**112,5**	**112,5**	**112,5**	**112,5**
Acondicionamiento de material vegetativo	Jornales	1,00	100,0	100,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Cortado y sellado de bolsas	Jornales	1,00	100,0	100,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Preparación del sustrato	Jornales	1,00	100,0	100,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Llenado de bolsas	Jornales	0,50	100,0	50,0	12,5	12,5	12,5	12,5
Colocado de las bolsas en las platabandas	Jornales	0,50	100,0	50,0	12,5	12,5	12,5	12,5
Colocado de las estacas en las bolsas	Jornales	0,50	100,0	50,0	12,5	12,5	12,5	12,5
G. LABORES CULTURALES				**500,0**	**137,5**	**112,5**	**112,5**	**137,5**
Riego	Jornales	2,00	100,0	200,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Deshirbe	Jornales	1,50	100,0	150,0	50,0	25,0	25,0	50,0
Control fitosanitario	Jornales	1,00	100,0	100,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Remosión de bolsas	Jornales	0,50	100,0	50,0	12,5	12,5	12,5	12,5
IMPREVISTOS 10 %				**362,9**	60,5	60,5	60,5	60,5
COSTO TOTAL				**3974,6**	**5836,7**	**5724,0**	**5686,8**	**5874,0**

El costo total de producción por metro cuadrado de la infraestructura de las camas de propagación es calculado dividiendo la inversión total entre el área total de estudio para un periodo de 4 meses, tiempo de duración de la investigación. El costo de producción por metro cuadrado ha sido el siguiente:

$$\frac{3974{,}6}{11.56} = 343.82\ Bs./m2$$

Se tiene un porcentaje de prendimiento de 97 %, con los diferentes tratamientos, se considera además el precio de venta de las plantas por vía directa al consumidor y venta a comerciantes mayoristas en promedio a 35 Bs/plantín.

El cuadro Nº37, muestra el análisis de costos de los tratamientos según el manual metodológico de evaluación del CIMMYT (Perrin, 1988) y el Beneficio – Costo (B/C)

para cada tratamiento en la producción de plantines de pitahaya para un periodo de 4 meses.

Tabla N°38 Análisis de la Razón Beneficio/Costo para cada uno de los tratamientos

TRATAMIENTO	TOTAL COSTO POR TRATAMIENTO (Bs.)	TOTAL PRODUCCION PLANTAS (UNIDAD/100 m^2)	PRECIO UNITARIO (Bs.)	VALOR BRUTO DE PRODUCCIÓN (Bs.)	INGRESO BRUTO (Bs.)	RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C)
T1 = T1E1	5836,7	700,00	35,0	8,338	24500,0	4,2
T2 = T1E2	5724,0	850,00	35,0	6,734	29750,0	5,2
T3 = T2E1	5686,8	750,00	35,0	7,582	26250,0	4,6
T4 = T2E2	5874,0	800,00	35,0	7,342	28000,0	4,8

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro el Ingreso neto (IN) de los tratamientos varía en función del costo de producción, lo cual tiene un efecto directo en el Beneficio Costo (B/C), es decir que a mayor costo existe un menor Ingreso Neto y por consiguiente habrá un menor Beneficio sobre los ingresos para la misma superficie utilizada (11.56 m^2) en un mismo periodo de tiempo (4 meses).

Los tratamientos con mayor beneficio, según el cuadro 31, fueron los tratamientos T2 y T4, con un valor de 5,2 y 4,8 de B/C respectivamente, lo que equivale a decir que de cada boliviano invertido se recupera la inversión de 1. Bs y se obtuvo una ganancia de 4,2 y 3,8 Bs por planta y el T1 y T3, con un valor de 4,2 y 4,6 Bs; lo que equivale a decir que de cada Bs invertido se recupera la inversión de 3,2 y 3,6 Bs y cada planta se vende a un valor de 35 Bs

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

1. Los resultados determinaron que no existe influencia significativa para los enraizantes en la propagación asexual de la pitahaya (*Hylocereus spp*).

2. El tamaño de cladodio de 30 cm influyó significativamente en las variables: porcentaje de cladodios prendidos (98.67%), longitud de brotes (22.6 cm), peso de brotes (122,98 g), número de raíces (6,21) y peso de raíces (13,62 g), en la propagación de pitahaya, frente a los cladodios de 20 cm.

3. El mayor crecimiento de brotes en el cultivo fue en los tratamientos T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) en brotes de 24.4 cm, mientras que para el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), presento un promedio de 22.6 cm de longitud de brote y el tratamiento T2 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de 14.4 cm.

4. Referente al volumen de raíces por estaca a los 120 días, el mejor resultado en volumen radicular es con el tratamiento T2 (T2 = tamaño de la estaca 30 cm, sometida al enraizantes E1 = Phyllum Max R), con un promedio de volumen de 27 cm^3, seguido del tratamiento T1 (T1E1 = Tamaño estaca 20 cm, con enraizante Phyllum Max R), que presento un promedio de volumen de 25 cm^3 y finalmente el menor volumen de las raíces fue con el tratamiento T3 (T1= Tamaño estaca 20 cm y E2 = enraizante Nafusaku), con un promedio de volumen de 17 cm^3

5. La evaluación del promedio de longitud de las raíces de las estacas el tratamiento T1 (T1 = Tamaño de la estaca 20 cm y E1 = Enraizador Phylum Max R) presento el mayor promedio de longitud radicular de 21.8 cm, seguido del tratamiento T3 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E1 = Enraizador Phyllum Max R), con un promedio de longitud de 20.9 cm. El tratamiento T4 (T2 = Tamaño de la estaca 30 cm y E2 = Enraizador Nafusaku), presento un promedio de longitud de 15.2 cm que es el que menor promedio de longitud.

4.2. Recomendaciones

1. Se recomienda, utilizar cladodios de 30 cm de longitud para la propagación asexual de pitahaya ya que son los que mejor han desarrollado en la investigación y continuar con posteriores estudios aumentando el tamaño de los cladodios.

2. Registrar los datos de las diferentes variables en la propagación asexual de pitahaya desde los 30 días hasta los 120 días después de haber colocados los cladodios en las macetas, tiempo en el cual, los brotes alcanzan una longitud óptima para ser plantados en campo definitivo.

3. En el proceso de selección de esquejes, considerar que estos provengan de plantas madre de años similares, con cierta madurez y no sean jóvenes, para evitar el efecto en experimentos con factores controlados.

4. Promover investigación sobre nutrición y deficiencias nutrimentales en el cultivo, ya que existe pocos trabajos al respecto.