

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCION

La papaya (*Carica papaya* L.) es originaria de América Tropical y, según algunos autores, específicamente de Centroamérica (entre México y Costa Rica), el cultivo se expandió por el resto de América del Sur y se ha desarrollado ampliamente en las zonas tropicales y subtropicales en todo el mundo (Faostat, 2007).

Sin duda, uno de los frutales cultivados de mayor importancia en Sur América es la papaya (*Carica papaya* L.) cuya producción abastece los mercados locales y se exporta como fruta fresca y como fuente de la papaína. La papaya es una planta herbácea de gran tamaño, pertenece a la familia de las Caricáceas y género Canea, es originaria de las regiones tropicales de América, siendo actualmente el mayor productor mundial el Brasil con más del 90% (Aguirre, 1993; Fernández, 1998).

En Bolivia los departamentos productores de papaya son: La Paz (Los Yungas), Cochabamba (Chapare) y Tarija (Bermejo). En el Triángulo de Bermejo la producción de papaya se lleva a cabo en terrenos marginales con alta pendiente, dejando la producción de caña de azúcar terrenos aptos para su cultivo. (CARE, 1995).

La germinación de semilla de *Carica papaya* es la forma más económica y fácil de propagar. Se obtendrán distintos resultados, según se empleen semillas procedentes de árboles femeninos fecundados con papayos masculinos o semillas procedentes de árboles femeninos y hermafroditas.

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas de papaya, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Hartmann y Kester (2002), mencionan que en la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato. Sin embargo,

desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo; sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández et al., 2006), también tales sustratos no están al alcance de muchos productores del medio rural. Sin embargo, la elección de un sustrato es trascendental, permite proporcionar las condiciones apropiadas al cultivo para el crecimiento de sus raíces (Ocampo et al., 2005), por ello, surge la necesidad de disponer de materiales producidos localmente, estables y de probada calidad e inocuidad, valiéndose para ello de subproductos de la agroindustria local como el aserrín, estiércoles, cáscara de cacahuete y lombricomposta.

El poder germinativo de las semillas del papayo suele ser corto, (Infoagro, s.f.). Las semillas de *Carica papaya* germinan dentro de 10 a 15 días, (Trimble, 2013) y los factores que afecta a la germinación se pueden dividir en dos tipos: factores internos: propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas y factores externos: dependen del ambiente; agua, temperatura y gases, (Valencia, s.f).

Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura, y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día, a pesar de la mejora de las prácticas de producción. El uso de bioestimulantes en los cultivos de papaya es muy importante para lograr un buen porcentaje de germinación de las plántulas, (Chávez, 2012).

2. ANTECEDENTES

Existen diversas opiniones referentes al centro de origen de esta planta, sin embargo, la mayoría de los investigadores coinciden en señalar a Centroamérica como el lugar donde

se originó esta especie. Los investigadores señalan que “vavilov” es más preciso e indica al llamado centro sur mexicano y centroamericano, que comprende el sur de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica como centro de origen (Rubén, 1993).

Los 20 principales países destino de la papaya, concentraron el 93% del valor total importado mundialmente. El mercado más consumidor fue Estados Unidos representando más del 37% del total importado (más de 145 millones de dólares), seguido de Alemania 10,3% (39 millones de dólares) y Portugal el 7,5% de participación en las importaciones mundiales. (IBCE. 2022)

Asimismo, los países europeos como España e Italia han presentado tasas de crecimiento promedio del 40% y 34% respectivamente, comparados con el 2020. A diferencia de Argentina, quien elevó sus compras de papaya de 1 millón de dólares a casi 3 millones de dólares (equivalentes a 3.309 toneladas), haciéndolo un mercado atractivo por sus tasas de crecimiento y la cercanía geográfica que representa para los productores y/o exportadores bolivianos de papayas frescas.

Bolivia cultivó papaya en un área de 2.333 hectáreas durante el 2021, 1,3% más que en el 2020, concentrado en cinco departamentos del país, generando un rendimiento promedio de 8 toneladas por hectárea y totalizando una producción de 18.030 toneladas del fruto. El crecimiento productivo desde el 2010 al 2021 fue del 14% en volumen, incentivado por un incremento en cultivos, variedades y por mejores prácticas que favorecieron a su rendimiento. (IBCE. 2022)

La producción de papaya requiere que el árbol tenga casi 1 año de crecimiento para iniciar con su cosecha (donde cada árbol podría producir eficientemente hasta 50 frutos), prácticamente produciéndose casi todo el año, luego de ello, debe renovarse el árbol entero por lo general. Las variedades más comunes que se comercializan son *papaya carica*, *hawaiana*, *tainung*, *red lady*, entre otros. (IBCE. 2022)

El cultivo de papaya *Carica papaya* es el segundo cultivo de importancia en Bolivia, aunque por su potencial de exportación en un futuro muy cercano puede llegar a ser el

principal cultivo por el área establecida. Su popularidad se debe en parte al sabor suave y agradable del fruto, pero también a su hábito de empezar a producir muy temprano y a la producción de fruto durante todo el año.

3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la Zona Sur de Bolivia (Tarija) especialmente en los municipios de Bermejo, Villamontes, Yacuiba y Entre Ríos, los agricultores de cultivo de papaya, no aplican las técnicas adecuadas en los procesos de germinación de semilla de papaya y peor aún el uso de bioestimulantes razón por la cual se presentan bajos porcentaje de germinación de la semilla. De igual forma el uso de semilla de baja calidad provoca estos bajos niveles de germinación, la semilla empleada por los productores son semillas de la zona y de baja calidad, ya que existe un acceso limitado al uso de semilla certificada debido principalmente al alto costo de las mismas, razón por la cual la producción y rendimientos se ven limitados.

En la actualidad los productores de papaya, se enfrenta a sin número de problema a nivel de vivero y plantaciones, al no tratar la semilla, se enfrenta al problema bajo porcentaje de germinación, sumados a esto el desconocimiento de las temperaturas óptimas para la germinación de la semilla, y un adecuado manejo de los sustratos, lo cual genera un bajo porcentaje de germinación de las semillas en vivero, lo que se traduce en pérdidas económicas para los productores.

La principal fuente de propagación del cultivo es por vía sexual, por lo que, es de gran importancia contar con semilla de buena calidad, la producción comercial de papayas parte de establecer viveros ó almácigos para posteriormente realizar el trasplante en campo, sin embargo, al sembrar las semillas directamente, se presentan problemas como: germinación muy lenta, pudiendo demorar entre 15 a 21 días en época de calor y de 30 a 40 días en épocas frías, la germinación no es uniforme lo que provoca un desarrollo desigual en el vivero o almacigo ya que al iniciar la germinación las plántulas se demoran en brotar entre 4 y 7 días; muchas a pesar de estar vivas se mantienen en estado latente. El porcentaje de germinación esta entre el 60% y 80%.

De acuerdo a esta problemática que enfrenta el productor de no contar con semillas de alta calidad, desconocimiento de las condiciones ambientales optimas (Temperatura de germinación) y la ausencia de aplicación de tratamientos pre emergentes, es que surge la presente investigación que busca dar solución a la problemática con la aplicación de bioestimulante a la semilla para acelerar la germinación de la semilla y la introducción de dos variedades híbridas de papaya, bajo condiciones controladas de temperatura.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De qué manera el tipo de sustrato, la utilización de bioestimulantes y el control de la temperatura son los factores que inciden en el bajo porcentaje de germinación de la semilla de *Carica papaya*

1.5. JUSTIFICACION

Para la producción de papaya, la fase de vivero o producción de planta juega un papel primordial dentro de la cadena productiva, ya que las plantas producidas en vivero permiten un buen desarrollo y adaptación cuando son trasplantadas al suelo (Hidalgo-Loggiodice et al., 2009). Las distintas variedades de papaya, se propagan a través de semilla (sin considerar la heterogeneidad, resultado de la polinización cruzada).

El uso de plantines para el trasplante ha venido a revolucionar el cultivo de papaya y hacerlo más eficiente, obteniéndose uniformidad y plantas sanas con un mejor enraizamiento, cuando no se obtiene estos parámetros se debe revisar los procesos que conlleva la producción de las plántulas. Para el caso del cultivo de la papaya la germinación influye directamente en la uniformidad de la plántula, debido a que el periodo de emergencia de plántulas puede ser muy amplio, lo que ocasiona diferentes tamaños de plántulas, que resulta en problema para el productor de plantines pues no cumple con la calidad deseada. Para optimizar la emergencia de las plántulas, y mejorar la uniformidad de las mismas, debe dársele un tratamiento pre germinativo. Existen algunas formas para optimizar la emergencia de las plántulas, dentro de éstas se

encuentra el uso de bioestimulantes, con la implementación de procesos que rompe, raya, altera mecánicamente o ablanda las cubiertas de la semilla para hacerlas permeables y lograr un mayor porcentaje de germinación.

Los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo. Se utilizan cada vez más en la producción agrícola en todo el mundo y pueden contribuir eficazmente a superar las diferentes barreras que impiden el buen funcionamiento fisiológico de la semilla (Valagro, 2014). Por otra parte, además del uso de una semilla de calidad, es importante que en la etapa de almácigo se utilice un sustrato que permita una adecuada retención de humedad, aireación y anclaje de la plántula, condiciones que benefician la germinación y crecimiento de las mismas. Existen muchos tipos de materiales de origen orgánico e inorgánico que pueden utilizar como sustratos, entre los que están la turba, el carbón, la granza de arroz, fibra de coco, arena y agua entre muchos otros y diferentes combinaciones de los mismos, sin embargo, no todos sirven para el crecimiento de la planta de papaya, por lo que hay que realizar pruebas que establezcan el mejor sustrato en donde se desarrolla mejor la planta en vivero.

El presente trabajo se realizará con el fin de estimular y acelerar la germinación de la semilla de dos variedades híbridas de papaya (*Red Lady* y *Passión Red*) y desarrollar plántulas de papaya de alto vigor en el menor tiempo posible, bajo condiciones controladas de temperatura, la aplicación de bioestimulante a la semilla y el desarrollo en diversos sustratos.

.6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento de dos variedades híbridas (*Red Lady* y *Passión Red*) de Papaya (*Carica papaya*), en dos tipos de sustrato con la aplicación de bioestimulante a

la semilla y el control de temperatura en vivero bajo cubierta, a través del análisis de los indicadores de germinación, vigor y desarrollo de plántulas, en predios de la U.A.J.M.S.

6.2. OBJETIVOS ESPECIFICO

- Analizar la viabilidad y calidad de dos variedades de semillas híbridas de Papaya (*Red Lady* y *Passión Red*), a través del porcentaje de germinación, los días a germinación, el índice de velocidad de germinación y el vigor de las plántulas.
- Evaluar el desarrollo de las plántulas de papaya (*Carica papaya*) en dos tipos de sustratos, a través del establecimiento de los días de emergencia y caracteres agronómicos de las plántulas a nivel vivero
- Valorar la respuesta de la germinación de semilla de dos variedades híbridas de Papaya, a la aplicación de Bioestimulante, a través de la determinación del porcentaje de germinación y la medición de la longitud de plúmula y radícula.
- Determinar el efecto de la temperatura en la germinación de semillas de dos variedades híbridas de papaya, a través del establecimiento de los días de germinación de la semilla y el establecimiento de la plántula bajo invernadero.

7. HIPOTESIS:

El uso de un buen sustrato y soluciones bioestimulantes influyen la germinación de las semillas y vigor de plántulas de papaya

CAPÍTULO I
REVISION BIBLIOGRÁFICA

MARCO TEÓRICO

1.1 Origen e Importancia del cultivo de papaya

La papaya (*Carica papaya L.*) es originaria de las zonas tropicales de México y Centro América. Este fruto por su alto valor nutritivo y propiedades medicinales posee características que han contribuido a incrementar su cultivo. La papaya se consume principalmente como fruta fresca, además se usa para preparar refrescos, jugos, encurtidos, mermelada, fruta en almíbar o cristalizada. También produce látex que se extrae de los frutos verdes y tallo, el cual contiene la enzima papaína que favorece la digestión de las proteínas. (Cañas, 1997)

La primera mención escrita que se tiene de la papaya es en la Historia Natural y General de las Indias" de Oviedo, quien alrededor del año 1535, en una carta a su Soberano, le decía haber visto, esta planta, creciendo en el sur de México y Centroamérica. (García 2010)

En los primeros tiempos de la conquista se distribuyó rápidamente por todas las Antillas y Sudamérica. A finales del siglo XIV y a principios del XV se difundió al continente asiático, India y Hawái, por navegantes españoles y portugueses. Ahora se encuentra cultivado en extensas zonas por todas las regiones tropicales y subtropicales. En los últimos años el 50% de la producción mundial se concentra en Brasil, México y la India. (García 2010)

Guarayos, Cotoca y San Julián son las tres zonas en el departamento de Santa Cruz que concentra la mayor producción de papaya, más de 450 hectáreas y que el mercado principal donde se comercializa es en la capital cruceña. En el departamento de Cochabamba, en la zona del Chapare también se produce bastante esta fruta.

Hoy la zona tropical sub-tropical del departamento de La Paz se viene cultivando la papaya cholla *Salvietty*, que presenta un mesocarpio amarillo, el cual está siendo

sustituido por la variedad *Red lady*. En el departamento de Tarija las zonas productoras de papaya son la zona del municipio de Bermejo, Entre Ríos y Gran Chaco.

1.1.1. Producción mundial

En cuanto a los principales productores de papaya en el mundo, se encuentran Brasil, que durante el periodo 1994-2005 aportó el 30% de la producción mundial; otros países que destacaron durante el mismo periodo fueron México, con el 12%; Nigeria e India, con 11%, respectivamente, e Indonesia que aportó el 8%.

En América Latina y el Caribe, además de Brasil y México, también destacan Perú, Venezuela, Cuba, Colombia, El Salvador, Costa Rica y Belice, con porcentajes de participación que oscilaron entre el 3.3 y el 0.4% de la producción mundial durante el periodo 2004-2005 (FAOSTAT, 2007).

Según la FAO, en el año 2008 se cultivaron alrededor de 411,167 ha, con una producción de 10,104,917 toneladas. El principal productor es la India, seguido de Brasil, El comportamiento de la producción mundial en los últimos años, según datos de la FAO, ha sido ascendente, tuvo un crecimiento muy acelerado entre 1998 y el 2005, posteriormente la tasa de crecimiento ha disminuido. (FAOSTAT, 2010).

1.1.2. Producción en Bolivia

En Bolivia se produce esta fruta en mayor cantidad en Guarayos, Cotoca y San Julian son las tres zonas en el departamento de Santa Cruz que concentra la mayor producción de papaya, más de 450 hectáreas y que el mercado principal donde se comercializa es en la capital cruceña. En el departamento de Cochabamba, en la zona del Chapare también se produce bastante esta fruta. Hoy la zona tropical subtropical del departamento de La Paz se viene cultivando la papaya criolla *Salvietty*, que presenta un mesocarpio amarillo, el cual está siendo sustituido por la variedad *Red lady*. Según Juan Ramón Guaigua, del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), indicó que son tres las que se cultivan en Santa Cruz son la *Hawaina*, *Tainung* y *Red*

lady, esta última es la más difundida en los trópicos y sub-trópicos del departamento La Paz. (El Deber Santa Cruz, 2014)

1.2. Clasificación taxonómica

Ardaya y Koderá (1999), identifican y citan algunas propiedades fisicoquímicas de la papaya: Es un fruto de origen vegetal que pertenece a la familia: *Caricácea*, Orden: *parietales*, de la especie: (*Carica papaya*) y su nombre científico es (*Carica papaya* L.).

Según García (2010), La familia Caricácea solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de América tropical (*Carica*, *Jacoratia* y *Jarilla*) y uno de África ecuatorial (*Cylicomorpha*). El género *Carica* agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales *Carica papaya* es la más importante por su utilización en la alimentación humana, la clasificación taxonómica se detalla a continuación:

Tabla 1 Clasificación botánica de la papaya (*Carica papaya*)

Reino	Vegetal
División	Antophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Apriétales
Familia	Caricacea
Género	Carica
Especie	Carica papaya

Fuente: Herbario Universitario F.C.A.F.

1.3. Descripción botánica

Es una planta herbácea arborescente, inerme, laticífera, erguida. El sistema radical lo componen unas pocas raíces grandes, poco profundas, provistas de numerosas raicillas absorbentes. El tallo es carnoso, fume más o menos permanente, es único, recto cilíndrico y hueco: presenta cicatrices evidentes de las hojas caídas, entrenudos cortos, y las hojas se agrupan densamente hacia su ápice. Las hojas son grandes, palmadas, simples, alternas, lisas, con peciolo largo y ascendente, más anchos en su inserción. A medida que la planta crece, las hojas viejas se caen, cediendo lugar a las inflorescencias y frutos (Mederos. 1988).

Comenta Maruchi-Alonso. Esquivel et al (2009) que la papaya es una planta herbácea, de crecimiento rápido y de vida corta. Es nativa de América Tropical y ampliamente cultivada en todas las regiones tropicales por sus frutos comestibles y alto contenido de vitaminas Conabio (2007). señala que la planta arborescente peremiifolia. de 2 a 8 m (hasta 10 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de 6 a 15 cm (hasta 30 cm). con un olor distintivo. Copa abierta y redondeada. Es una especie de desarrollo limitado pero precoz, ya que puede iniciar la producción a los 7 meses de edad y estabilizar la cosecha a los 8 meses de plantada. Su longevidad va de 3 a 15 años, aunque puede producir por más de 20 años. Para obtener altos rendimientos requiere nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. Un fruto de papaya bien polinizado produce entre 300 y 700 semillas viables.

1.4. Morfología general

1.4.1 La raíz

Presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse hasta un metro de profundidad. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cm y la mayor concentración de raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 cm, (García 2010).

1.4.2. El tallo

El mismo autor recalca que el papayo es considerado como una planta arbustiva cuyo tallo es hueco, con excepción de los nudos, puede llegar a tener una altura de 8 a 10 metros en 3 ciclos agrícolas y desarrollar un diámetro de 10 a 30 cm. El desarrollo del tallo es de un solo eje, sin embargo, en cada nudo existe una yema que se puede convertir en rama.

1.4.3. Las hojas

Las hojas del papayo crecen en forma simple, alternas y son palmeadas. El limbo mide entre 25 a 75 cm y puede tener de 7 a 10 lóbulos, el pecíolo es largo alcanzando hasta 125 centímetros de longitud y su color puede variar entre verde y morado según la variedad. La planta de papayo produce un promedio semanal de 2 hojas, desarrollándose en el año unas 100. Una planta adulta, normal en su desarrollo, posee alrededor de 30 hojas funcionales, y se considera que el mínimo de hojas con las cuales se puede desarrollar bien una planta es de 15, (García 2010).

1.4.4. La flor

Colonia coral, (2013), Las flores del papayo son de color blanco, nacen en el tallo cerca de la inserción de las axilas de las hojas, poseen 5 pétalos y 5 sépalos.

1.4.4.1. Flor hermafrodita

Presentan órganos masculinos y femeninos, crecen en racimos cortos, estas pueden ser de 3 tipos:

1.4.4.2. Flor hermafrodita pentándrica

Su corola se compone de 5 pétalos unidos en su base. El ovario es bien desarrollado, globoso y de 5 lóbulos, presenta la misma forma que una flor femenina. Tiene 5

estambres con largos filamentos adheridos a la base de la corola. Producen frutos globosos con 5 lóbulos o surcos muy marcados.

1.4.4.3 Flor hermafrodita intermedia

Es un tipo intermedio que tiene de 2 a 10 estambres, colocados irregularmente en el tubo de la corola y que nacen de la mitad interna de los pétalos. Los filamentos se funden con la pared del ovario y originan frutos de diversas formas y de bajo valor comercial en algunos casos.

1.4.4.4 Flor hermafrodita perfecta o elongata

Es la flor hermafrodita más corriente y su corola está formada por 5 pétalos unidos en la tercera parte inferior de su longitud. Posee los estambres colocados en doble serie de 5 cada una, adheridos a la parte media de la corola. Esta flor es angosta en la base y luego se ensancha hasta terminar en punta. Los frutos provenientes de esta flor son alargados, lisos en su primera mitad y ligeramente lobulados hacia la punta. Estos frutos son de buena calidad, carnosos y con el espacio interno más reducido que los frutos redondos o lobulados, García (2010).

1.5. Tipos de plantas.

Según Díaz (2002), de acuerdo al tipo de flor se conocen tres tipos de plantas: femeninas, masculinas y hermafroditas.

1.5.1. Plantas femeninas.

Producen flores femeninas, requieren de la presencia de polen de otras plantas para la fecundación y formación de semillas, la formación de fruto se da, aunque no haya polinización debido a que presentan el fenómeno de partenocarpia.

1.5.2. Plantas masculinas.

Producen flores masculinas, las cuales se encuentran en un pedúnculo alargado, estas flores presentan un ovario rudimentario que se puede volver funcional en algún momento y forma frutos muy pequeños

1.5.3 Plantas hermafroditas.

Flores en racimos medianos (12 cm de largo) con presencia de estambres y pistilo. Presentan flores hermafroditas y masculinas.

1.6. Fruto

El fruto de la papaya es una baya, que puede ser cilíndrico, alargado, en forma de pera o de forma globular oval o redondo. La forma de los frutos depende de la variedad y del tipo de flor del cual se han formado. Según las variedades, los frutos pueden alcanzar de 15 a 50 cm de longitud, de 12 a 25 cm de diámetro y un peso de 0.5 a 25 libras o más. La pulpa es rica en agua, azúcares, vitaminas, minerales y sustancias colorantes. Su color varía de amarillo pálido a amarillo rojizo, García (2010).

1.7. Habitad

Según Augstburger, J. (2005), el papayo crece no sólo en regiones tropicales húmedas sino también en regiones subtropicales libres de heladas. El mismo autor menciona que en los sistemas ecológicos de bosques naturales el papayo es una planta secundaria con un corto ciclo de vida. En los bosques primarios puede dominar entre los nuevos crecimientos que se dan después de la caída de árboles gigantes.

En superficies reforestadas en Bolivia los árboles que se plantaron bajo papayos se desarrollaron, en un año, dos a tres veces más rápidamente que otros árboles plantados en superficies que fueron reforestadas sin la integración de papayos.

Una dinámica similar se pudo observar también en cultivos agroforestales nuevos, en los cuales se integró el papayo. El crecimiento de las plantas en estos sistemas es excepcional, igualmente su estado de salud es excelente. En el cultivo ecológico de papayos se deberán aprovechar estas ventajas naturales que tiene la planta, Augstburger, J. (2005).m

1.8. Variedades

Actualmente existen híbridos con alto potencial de rendimiento y buena calidad de frutos, las variedades criollas, como la Izalco, han sido desplazadas por híbridos introducidos de Taiwán y poco a poco han ido posicionándose en el gusto de los consumidores hasta llegar a dominar el mercado formal y el últimamente el informal. Actualmente en los mercados se comercializa un 90% de Red Lady y Tainung No.1 En Taiwán se ha desarrollado el híbrido Tainung No. 8, que produce exclusivamente plantas hermafroditas del tipo elongata, lo cual ha despertado el interés de productores y comerciantes ya que se tendrían únicamente frutas alargadas, García (2010).

1.8.1. Híbridos comerciales

El mismo autor da a conocer qué las variedades mejoradas genéticamente y que son muy comerciales en el mercado formal e informal son de interés al productor ya que le ofrece una Resistencia a PRSV y Rendimientos medios entre algunos de estas variedades menciona a la tainung 2, tainung 5 y Red Lady.

Según Juan Ramón Guaigua, del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), indico que son tres las que se cultivan en Santa Cruz son la Hawaina, Tainung y Red lady, esta última es la más difundida en los trópicos y sub-trópicos del departamento La Paz. (El Deber Santa Cruz, 2014).

Según OIRSA 2003, la variedad Red Lady # 786 es un cultivar vigoroso y productivo. Las plantas empiezan a producir frutos a los 60 – 80 cm. del suelo, produce alrededor de 30 frutos por planta, en cada periodo de fructificación. La pulpa es gruesa, roja, con 13° Brix. El fruto pesa entre 675 – 900 gramos.

1.8.2. Composición nutricional

La papaya posee una poderosa enzima conocida como papaína, la cual degrada rápidamente las proteínas, pectinas y ciertos azúcares y grasas, lo que favorece la

digestión y disminuye afecciones como gastritis, colitis y estreñimiento crónico. Además, la papaya contiene carotenoides como licopeno, β -cryptoxantina y α -caroteno. (Rivera-Pastrana *et al.*, 2010).

Se sabe también que la pulpa contiene 223 mg/100g de potasio y cantidades considerables de sodio, calcio, hierro, fósforo, zinc, cobre, magnesio y manganeso (Oloyede, 2005).

La papaya (*Carica papaya* L.) es una de las frutas más importantes por su gran valor nutricional y contenido de vitaminas, se consume fundamentalmente como fruta fresca, aunque también es muy popular en conservas y otros productos industrializados (Alonso *et al.*, 2006).

Tabla 2 composición nutricional de la papaya

PAPAYA	Cantidad por 100 gramos de porción comestible	Ingestas Recomendadas (mujeres / hombres)
Agua (g)	89,4	2000 / 2500
Energía (kcal)	32,4	-
Proteínas (g)	0,5	46 - 56
Hidratos de carbono (g)	7,6	-
Lípidos (g)	0	-
Fibra		
Fibra total (g)	1,9	25 / 38
Vitaminas		
Vitamina A (Eq. Retinol) (μ g)	158	600 / 700
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,03	1,0 / 1,2
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,03	1,3 - 1,6
Niacina (mg)	0,4	14 / 18
Vitamina B6 (mg)	0,02	1,2 / 1,5
Folatos (μ g)	45	300
Vitamina C (mg)	64	60
Vitamina E (Eq. Tocoferol) (mg)	0,01	15
Minerales		
Calcio (mg)	20	900
Hierro (mg)	0,4	9 / 18
Fósforo (mg)	11	700
Magnesio (mg)	13	300 / 350
Zinc (mg)	0	15 - 12
Sodio (mg)	3	1500
Potasio (mg)	214	3100

Fuentes: Cuervo M, Abete I, Baladía E, Corbalán M, Manera M, Basulto J, Martínez A, Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas dietéticas de referencia para la población española. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra, S.A (EUNSA); 2010

Farran A, Zamora R, Cervera P. Tablas de composición de alimentos. CESNID. Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID). Madrid: McGraw hill Interamericana; 2003

1.9. Utilización

Algunos productos obtenidos a partir de su industrialización son los siguientes: papaína, pectina, esencias, aceites, diversos medicamentos, néctares, conservas, miel, jalea, fruta deshidratada, mermeladas, jugos.

También es utilizada para tratamientos médicos de insuficiencias gástricas y duodenales, elaboración de medios de cultivo, ablandador de carnes, suavizadores de chicles, jarabes expectorantes y clarificación de cervezas, entre otros, García (2010).

1.10. Manejo agronómico

1.10.1 Siembra

Según, Muñoz Cano (2006) en la siembra en vivero las semillas se separan conforme germinen (radícula mayor a 0.25 cm), se colocan en una bandeja con una franela húmeda y se deben sembrar inmediatamente para evitar la deshidratación de la raíz.

Se coloca una semilla por cavidad o recipiente, con la raíz hacia abajo, para facilitar la emergencia y evitar el problema de “raíz de cochino” (raíz torcida, que al momento del trasplante puede dificultar la extracción e incluso trozar la parte aérea de la planta).

Es importante que la semilla no quede sembrada a una profundidad mayor a 1 cm, de lo contrario se dificulta la emergencia.

1.10.2 Vivero

Según García (2010), el vivero se debe ubicar a no menos de 1.5 A 2 km de cualquier plantación de papaya, para reducir los riesgos de que adquiera virosis.

El terreno debe contar con agua para asegurar el riego, suficiente sol, barreras naturales para prevenir el ingreso de insectos vectores. Es muy importante tomar en cuenta que la planta de papayo en sus primeras fases es muy susceptible a agua con conductividad eléctrica muy alta, por lo que se deberá realizar un análisis de agua en laboratorios que realicen esta prueba, como el Química Agrícola de CENTA.

1.10.3 Época de siembra

La forma más eficaz para sembrar es en los viveros por lo tanto se debería trasplantar en septiembre y en el vivero se debería sembrar en julio. A pesar de esto se deben considerar otros factores como el hecho de que el mes de septiembre es muy lluvioso, frecuentemente se tienen lluvias en forma continua hasta por cuatro días, lo que puede provocar la pérdida de muchas plantas.

También se debe evaluar el alto riesgo de tener plantas pequeñas en la época de mayor incidencia de insectos vectores, García (2010).

1.10.4 Propagación

Según García (2010), la práctica más común es por semilla, haciendo viveros para su posterior trasplante. En otros países se utiliza la reproducción asexual a través del cultivo de tejido usando yemas laterales, esta técnica permite obtener un 100% de plantas hermafroditas.

La papaya se puede propagar también por estacas, injertos y raíces, sin embargo, con estos métodos asexuales se corre el riesgo de que el material que se toma la

propagación, esté contaminado con algún virus y de esta forma se está propagando a zonas nuevas. Además, las plantas obtenidas en forma asexual tienen una vida más corta.

1.10.5 Densidad de siembra

La siembra debe realizarse sobre camellones o camas de 30 cm de alto que faciliten la salida del agua hacia los drenajes entre surco y surco.

Los distanciamientos más usados son:

Entre plantas: 2.0 m a 2.5 m

Entre surcos: 2.0 m a 2.5 m

Además, cuando se siembran grandes áreas se puede utilizar el sistema de doble hilera para mecanizar las labores, y los distanciamientos son de 3.8 x 1.8 x 1.8 m, García (2010).

1.11. Requerimiento ambiental

1.11.1 Clima

Según Augstburger, J. (2005), el papayo crece no sólo en regiones tropicales húmedas sino también en regiones subtropicales libres de heladas.

1.11.2 Temperatura

Ardaya y Koderá (1999), Según los mismos autores, para su cultivo requiere un clima cálido entre 17 y 30 °C una humedad relativa del 60 con una precipitación pluvial uniforme al año de 1.400 a 2.000 mm.

Por el contrario, temperaturas mayores a 35 °C provocan esterilidad femenina debido al atrofiamiento del ovario, por lo que el fruto no se desarrolla o se desarrolla deforme (carpeloidía); además el rango de fotosíntesis neta declina rápidamente y disminuye la

conductancia estomática y la asimilación de CO. (Nakasone y Paull, 1998; Abreu, 2000; Jeyakumar *et al.*, 2007).

1.11.3 Suelo

Augstburger, J. (2005), Esta planta se desarrolla muy bien en suelos de textura franco, suelos livianos hasta semi-pesados de origen aluvial o volcánico, aunque se puede cultivar en cualquier otro tipo de suelo siempre y cuando tenga una profundidad mínima de 0.50 m, ya que como las raíces del papayo no son profundas, es suficiente guardar una profundidad mediana de suelo.

Los suelos deben presentar un buen drenaje pues el papayo no soporta humedad estancada, además es favorable que el pH del suelo oscile entre 5.5 y 7.5 y que tenga un buen contenido de materia orgánica.

1.11.4 Altitud

La altitud óptima para la producción de este frutal es de 0 a 600 m.s.n.m. para mantener frutos de buena calidad con alto contenido de azúcares, Vázquez García (2010).

Coca Morante (2014), en Bolivia se cultiva en toda la Región tropical Andino Amazónica y Amazónica (200-250 msnm) y en los Valles Mesotérmicos cálidos (1000-2000 msnm) de los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Beni y Pando.

1.11.5. Fertilización

El papayo es exigente con la fertilidad de los suelos. Este criterio se tomará en cuenta a tiempo de elegir su posicionamiento. Una condición esencial para una plantación sana de papayos es poseer un equilibrado sistema de cultivos mixtos con una alta producción de material orgánico, alta tasa de transformación biológica y suelos activos. En los hoyos donde se insertarán los plantines se pondrá previamente compost bien degradado. El compost estará bien mezclado con la tierra del fondo. Luego se colocarán los plantines en este substrato, Augstburger, J. (2005).

Según, García (2010), para que las plantas sean vigorosas y de buena calidad se tiene que fertilizar con una fórmula 12-12-17-2 que además contenga azufre, calcio, boro y zinc, se colocarán de 4 a 6 granitos por planta.

1.11.6. Cosecha y almacenamiento

El fruto del papayo es del tipo climatérica, o sea que cuando alcanza su madurez hay un rápido aumento en la velocidad de la respiración y del desprendimiento de etileno por la fruta. La fruta está lista para cosecharse cuando el color de la epidermis cambia de un verde oscuro a verde claro, formando zonas con pigmentos amarillos que posteriormente se convierten en líneas amarillas desde el ápice hacia el pedúnculo. Las primeras zonas en madurar son las partes internas, comenzando con las semillas y la placenta; posteriormente se aprecian exteriormente las áreas o franjas amarillas, que poco a poco se expanden a todo el fruto, García (2010).

Muñozcano (2006), la fruta de papaya de un huerto comercial al momento de la cosecha no es apta para consumo inmediato, por lo que se recurre al uso de técnicas que inducen la madurez comestible y, al mismo tiempo, homogenizan la maduración de un lote de fruta.

Para inducir la madurez comestible de la fruta de papaya se aplican tratamientos pos cosecha, en el lugar de cosecha o en el destino final (mercado), en estibas cubiertas con plásticos o, inclusive, en cámaras o almacenes más sofisticados.

1.12. Factores biológicos

1.12.1. Malezas

Las malezas, además de competir con el cultivo por agua, luz y nutrientes, son reservorios de plagas y fuente de inóculo de algunas enfermedades. Su control es

importante en los primeros meses del cultivo, posteriormente la sombra de las plantas de papaya limita el desarrollo de ellas. El control de malezas puede realizarse manualmente y en forma química. Cuando se utiliza el control manual se debe tener el cuidado de no dañar las raíces para evitar penetración de patógenos, García (2010).

1.12.2. Control fitosanitario

El cultivo de la papaya está sujeto a diversas enfermedades durante los periodos lluviosos; de estas son consideradas las de mayor importancia: la mancha anular de la papaya, seguida por la antracnosis, la pudrición de la raíz y del pie y la mancha o peca negra.

1.12.2.1. Mancha anular

Producida por el virus Papaya ring spot potyvirus (PRSV), es considerada la enfermedad más limitante en la producción de la fruta, dado que reduce el ciclo Productivo del cultivo de 3 a 6 meses, lo que causa la caída en los rendimientos de 28 a 15 toneladas por hectárea.

Por su parte, las plantas de papaya pueden ser atacadas a cualquier edad, mostrando los síntomas 2 a 3 semanas después de la infestación o inoculación que por lo general es realizada por insectos vectores como los áfidos, entre los que se tienen identificados los siguientes:

Aphis citricola, *A. gossypii*, *A. craccivora*, *A. rumicis*, *Myzus persicae*, *Acyrtosiphon solani*, *Hysteroneurasetariae*, *Toxoptera citricidus* y *Macrosiphum rosae*. De estos, el *M. persicae* es el vector más eficiente en la transmisión del virus a los cultivos de papaya; cabe indicar que las plantas infectadas tempranamente no producen, pero rara vez mueren.

Los principales síntomas de la enfermedad que ayudan a su reconocimiento son la clorosis o el amarillamiento y los moteados en las hojas más nuevas; seguidamente se

presenta un mosaico amarillo y vejigas en las hojas, dándoles aspecto rugoso o encartuchado. Frente a ataques severos, las hojas se deforman y reducen su tamaño, quedando restringidas a las nervaduras principales; en igual sentido, se presentan manchas de color verde oscuro y de apariencia aceitosa, en forma de bandas irregulares sobre el tallo, los peciolos y los pedúnculos.

En los frutos las manchas se presentan a manera de anillos concéntricos, deformándolos y haciendo que estos pierdan el aroma y presenten menores contenidos de sólidos solubles (Páez, A. R., 2003).

El manejo y control de la enfermedad se puede adelantar mediante la implementación de prácticas culturales de prevención, que deben implementarse desde el establecimiento del vivero y durante todas las etapas del cultivo, como:

- Proteger las plántulas en el vivero, con mallas antiáfidos o tela de toldillo.
- Obtener semillas certificadas o de frutos sanos y sembrar plántulas libres del virus PRSV.
- Evitar cultivos de papaya de diferentes edades o siembras escalonadas dentro de una misma área.
- Realizar rotación de los lotes.
- Erradicar y retirar del cultivo de manera oportuna las plantas con síntomas o enfermas.
- No utilizar herramientas contaminadas con el virus, en plantas sanas.
- Realizar deshoje sanitario semanal.
- Evitar el crecimiento dentro o cerca del cultivo de plantas pertenecientes a las familias de las cucurbitáceas, 1 solanáceas, 2 gramíneas y leguminosas silvestres (Páez, A. R., 2003 y Reyes, C. et al., 2009).
- Adelantar un adecuado plan de fertilización para lograr una mayor resistencia del cultivo a las enfermedades; el plan de fertilización deberá formularse de acuerdo con los análisis de suelo, las demandas nutricionales del cultivo y la orientación del técnico de campo.

- Adelantar de manera permanente el control de malezas de hoja ancha, hospederas de áfidos, como: batatilla, bledo, tripa de pollo, diente de león, verdolaga, escobo, yerba de culebra o meloncillo, entre otras (Arango, L. V., et al., 2016).

1.12.2.2 Pudrición de la raíz

Esta enfermedad es causada por los hongos *Phytophthora* sp y *Pythium*, con alta incidencia durante los periodos lluviosos o en suelos mal drenados. En la etapa de vivero, las plántulas de papaya presentan sobre los tallos manchas acuosas que pasan rápidamente a ser una lesión seca de color gris, observándose un vello translúcido que corresponde a las estructuras de reproducción del hongo *phytophthora*; las plántulas se marchitan y terminan doblándose por el sitio de la lesión y mueren (Arango, L. V., et al., 2016). Por otra parte, ya en campo, las plantas por lo general pueden ser afectadas durante los primeros dos meses después del trasplante; los primeros síntomas se presentan en la raíz principal y luego en las secundarias, las cuales toman un color pardo oscuro y posteriormente se pudren, lo que causa el amarillamiento de las hojas bajas y su caída, llegando en casos severos a producir la muerte de la planta. Cuando la pudrición de la raíz ocurre durante la etapa reproductiva, se causa el volcamiento, debido al peso de los frutos o por la acción del viento, haciéndose más crítico cuando se presenta sobresaturación de humedad en el suelo. Así mismo, en condiciones de alta humedad la enfermedad se extiende por el tallo hasta que logra afectar los frutos, ocasionando inicialmente lesiones de color café oscuro en los pedúnculos hasta causar la pudrición total del fruto (Acosta, N. y León, G. A., 2003).

El manejo de la enfermedad es en gran parte preventivo, por lo que se recomienda:

- Seleccionar lotes que no presenten encharcamiento o cuyo drenaje pueda ser mejorado por medio de zanjas de drenaje.
- Para el establecimiento del cultivo, se debe desinfectar el suelo o sustrato para el llenado de las bolsas en vivero, utilizando productos como el Dazomet en dosis de

- 50 a 60 gramos por metro cuadrado de suelo o mediante el método de solarización, el cual consistente en exponer el suelo húmedo y cubierto con un plástico negro a los rayos directos de la luz solar durante varios días. • Aplicar bacterias promotoras del crecimiento para proteger las raíces, evitando así la ocurrencia de la enfermedad.
- Sembrar en temporada seca, siempre que se cuente con un sistema de riego. Eliminar plantas que presenten síntomas como marchitez en el vivero o daños en el tallo después del trasplante.
 - Mantener un buen control de malezas durante el ciclo del cultivo.
 - Adelantar control químico complementario a las medidas preventivas, aplicando fungicidas sistémicos dirigidos a la base de las plantas vecinas a la enferma, una vez se presenten los primeros síntomas (Acosta, N. y León, G. A., 2003).

1.12.2.3. Antracnosis

Es una enfermedad limitante del cultivo de la papaya, causada por el hongo *colletotrichum gloeosporioides*, que ataca especialmente a los frutos tanto en campo como en la etapa de la poscosecha, siendo de mayor severidad durante esta última etapa; se estiman pérdidas en poscosecha del 25 al 40% por problemas fitosanitarios, sobresaliendo la incidencia de la antracnosis (Quiroga, I. A., 2016).

Además de afectar a los frutos, el hongo patógeno igualmente ataca otras partes de la planta como las raíces, las flores y los tallos, pudiendo llegar a causar pérdidas del 80% del cultivo (Acosta, N. y León, G. A., 2003).

El hongo infecta la planta con sus esporas o conidios⁴, estableciéndose y alimentándose en una primera fase de las células vivas de la planta y en una segunda, de las células muertas a causa del ataque del patógeno.

Los conidios se pueden encontrar en las hojas amarillas o secas, tallos u hospederos alternos, para luego dispersarse por acción del viento y del agua, adhiriéndose finalmente en los frutos, para germinar y penetrar la piel durante las 24 horas

siguientes; los primeros síntomas se observan a los 8 días y luego las estructuras reproductivas del hongo al día 15 después de la inoculación.

Los síntomas iniciales se observan en las hojas viejas y consisten en un exudado gomoso, que posteriormente da origen a lesiones de un centímetro de diámetro y de aspecto aceitoso, tomando luego un color café con borde hundido y de color amarillo; con el tiempo las lesiones se unen y se extienden a todo el follaje y a los frutos.

En las flores se presentan manchas de color café, invadiéndolas, secándolas y produciendo su caída y la de los frutillos recién formados (Quiroga, I. A., 2016 y Acosta, N. y León, G. A., 2003).

Por su parte, para el control de la antracnosis se deben establecer medidas de manejo integral del cultivo, basadas en acciones preventivas y curativas, orientadas tanto en la etapa de campo como en la de poscosecha. Durante la etapa de campo, para evitar la ocurrencia de la antracnosis en el cultivo de la papaya, es necesario adelantar actividades, como:

- Construir dentro del lote, zanjas de drenaje que permitan sacar el agua sobrante y así reducir la humedad relativa o del ambiental en el cultivo.
- Adelantar poda sanitaria, eliminando las hojas amarillas y secas.
- Recoger las hojas viejas y los frutos enfermos y caídos sobre el suelo.
- Durante la cosecha evitar golpear la fruta o dejarla caer al suelo.
- Cosechar fruto por fruto y envolverlo en papel para evitar roces entre frutos.
- Disponer los frutos en canastillas desinfectadas y aisladas del suelo.
- Adelantar una adecuada fertilización del cultivo, teniendo en cuenta especialmente el suministro correcto de calcio (Ca) y boro (B).
- Aplicación de fungicidas con diferentes modos de acción y agente activo (Quiroga, I. A., 2016).
- Aplicaciones de hongos antagonistas como el *Trichoderma harzianum* y extractos de clavo y canela al 7% ayudan al control de la enfermedad.

- En zonas muy húmedas y lluviosas, evitar establecer los cultivos con altas densidades de siembra; se recomienda utilizar distancias de siembra de 3 metros entre calles y 2,5 entre plantas, lo cual corresponde a un total de 1333 plantas por hectárea (Acosta, N. y León, G. A., 2003 y Estrada, E. I., et al., 2014).

1.12.2.4. Mancha o peca negra

Enfermedad causada por el hongo *Asperisporium* sp, que se reconoce por la formación de lesiones en las hojas y los frutos; estas llegan a cubrir una amplia área, causando la reducción de la fotosíntesis, así como la caída prematura de las hojas, con lo cual logran afectar de manera importante los rendimientos en la producción. Los principales síntomas consisten en lesiones redondas de tres a cuatro milímetros de color negro oscuro y bordes amarillos, que se observan por el envés de las hojas bajas y en los frutos ubicados en la parte inferior de la planta.

El manejo de la enfermedad consiste en poner en práctica las siguientes medidas:

- Realizar deshojes frecuentes para permitir una mejor aireación y entrada de luz en el cultivo.
- Recolectar semanalmente hojas y frutos afectados; retirarlos del cultivo y enterrarlos.
- En caso de afectación severa, se deberán realizar aplicaciones de funguicidas sistémicos como Propiconazol, Clorotalonil o Carbendazim (Acosta, N. y León, G.A., 2003 y Estrada, E. I., et al., 2014).

1.13. Germinación

Moreno (1996), menciona que la germinación es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Camacho (1994), considera que para que la germinación se realice, se necesita tres cosas: 1) que la semilla sea viable, un embrión vivo capaz de crecer; 2) que se tenga la temperatura, aireación y humedad adecuada para el proceso y; 3) que se eliminen los bloqueos fisiológicos presentes en las semillas que impiden la germinación.

Besnier (1989) agrega que la germinación comienza cuando en la semilla aletargada o en reposo se activa la maquinaria bioquímica conservada y se desencadenan los procesos metabólicos y que la terminación de la germinación coincide con la iniciación de la actividad fotosintética, lo que altera totalmente el metabolismo de la plántula nacida de la semilla.

La germinación es un proceso que comprende una secuencia compleja de cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos, los cuales se pueden reconocer en ciertos estadios. La mayoría de los investigadores reconocen las siguientes etapas en el período germinativo.

a) Primer estadio. Que consiste en la absorción o imbibición de agua por la semilla seca; este es un proceso en gran parte físico y ocurre aún en semillas no viables. Se caracteriza por un aumento en el volumen y peso de las semillas.

b) Segundo estadio. Comprende el comienzo de la actividad celular y la iniciación de los procesos enzimáticos como respuesta a la acción del medio sobre el DNA del núcleo. En la iniciación de la germinación, las giberelinas, regulador del crecimiento de los vegetales, juegan un papel de gran importancia. Después de la imbibición en la semilla de cebada, las giberelinas aparecen en el embrión; de allí son trasladadas a la capa de aleurona que a su vez es estimulada a producir una serie de enzimas hidrolíticas, incluyendo la α -amilasa para la digestión del almidón, la proteasa para la digestión de proteínas y la nucleasa para la digestión de ácidos nucleicos. Juntamente, con la iniciación de la actividad enzimática se incrementa la tasa respiratoria.

c) Tercer estadio. Que comprende la digestión enzimática, pues las enzimas producidas en la capa aleurónica son translocadas al endospermo donde se transforman azúcares, aminoácidos y nucleótidos los sustratos de reserva.

d) Cuarto estadio. Las sustancias de reserva insolubles, después de ser transformados en formas solubles y asimilables en el citoplasma, son translocadas a las zonas de crecimiento activo, para la producción de energía y materia prima necesarias durante la síntesis de nuevas sustancias.

e) Quinto estadio Comprende el alargamiento y división de las nuevas células en los puntos de crecimiento y el transporte de elementos a las nuevas zonas de crecimiento (<http://www.lamolina>).

1.13.1. Tipos de germinación

Moreno (1996) hace mención de que existen dos tipos de germinación: la germinación epígea, donde los cotiledones y la yema apical son llevados por encima del nivel del suelo por alargamiento del hipocótilo. La germinación hipógea, como el tipo de germinación en la cual el cotiledón permanece en el suelo dentro de la semilla, mientras que la yema apical es llevada por encima del suelo por alargamiento del epicótilo en dicotiledóneas o por el mesocótilo en algunas monocotiledóneas.

En el caso de la papaya es una dicotiledónea y presenta germinación epígea.

1.13.2. Latencia

La latencia se define como la incapacidad de la semilla para germinar bajo condiciones normales de imbibición, temperatura y oxigenación (Comé, 1981).

Una definición de latencia propuesta por la United States Department of Agriculture (USDA, 1984), es la condición que impide la germinación, aun cuando la luz, la humedad, la aireación y la temperatura sean beneficiosos, y además puede ser de carácter hereditario e inducir durante la extracción y el almacenamiento de las semillas.

1.13.3. Tipos de latencia

Según la UPV (2007) existen los siguientes tipos de latencias:

1.13.3.1. Latencia exógena

Semillas que tienen un retraso en la germinación y se debe a propiedades físicas y químicas de las cubiertas seminales.

Mecanismos que actúan en la latencia impuesta por las cubiertas son: Impermeabilidad al agua, impermeabilidad al intercambio de gases, resistencia mecánica y presencia de inhibidores.

1.13.3.2. Latencia endógena

Este tipo de latencia está determinada por características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión (latencia embrionaria). Se distinguen tres tipos de latencia endógena, dependiendo de la característica que provoque tal fenómeno: Latencia morfológica, latencia fisiológica y latencia morfo fisiológica.

1.13.3.3. Latencia combinada

Una combinación de latencia endógena y exógena, por ejemplo, la latencia fisiológica está asociada con una impermeabilidad al agua de las cubiertas seminales. En otros casos, hay una asociación entre endocarpo duro y latencia fisiológica (UPV, 2007).

1.14. Bioestimulantes

Bioestimulante es un término utilizado para describir sustancias orgánicas que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los bioestimulantes pueden tener hormonas vegetales, tales como Giberelinas, Citoquininas, Auxinas y/o estar formulados a base de Extractos de Algas Marinas, Aminoácidos, descomposición de sustancias orgánicas (cascarilla de arroz, harina y residuos del pescado), fermentación de residuos orgánicos (bacterias, hongos, levaduras), procesos biotecnológicos y otros. (Turgeon, 2005).

El bioestimulante es todo compuesto que promueve el crecimiento y desarrollo de los cultivos, se incluyen todos los compuestos que intervienen en la nutrición, procesos fisiológicos diversos de los mismos. (Benancio, 2015).

Según BIOGEN (2014), los bioestimulantes presentan en su composición aminoácidos activos, sucratos activos, ácidos orgánicos, cofactores enzimáticos. Estas moléculas orgánicas son obtenidas por procesos biotecnológicos de hidrólisis bacteriana y actúan directamente a nivel celular, para lograr la máxima expresión del potencial genético productivo de las plantas estresadas, lo que se traduce finalmente en la mejora significativa de los niveles de productividad.

Para fines del presente trabajo, se utilizarán diferentes bioestimulantes en las distintas fases fenológicas del cultivo de la papaya, los productos a utilizar son: Rizogen, Orgabiol, Master Down, Frutigen y Kalifol Plus.

1.14.1. Orgabiol

El Orgabiol es un bioestimulante orgánico que regula de forma natural, el equilibrio hormonal y enzimático de las plantas, lo que permite la máxima expresión del potencial genético-productivo y por tanto la optimización de los procesos de crecimiento, floración, cuajado de frutos u otros órganos cosechares y su desarrollo hasta la maduración, lo que se traduce en el incremento de los niveles de productividad (cantidad y calidad de cosecha). La producción hormonal se limita drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas (plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, humedad, helada, sequías, salinidad, etc.) que desencadenan estrés.

Favorece la producción de hormonas (Giberelinas, Citoquininas, Auxinas, etc.) en forma natural. Del equilibrio hormonal depende el óptimo desarrollo de los cultivos en cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Favorece además el máximo aprovechamiento de los fertilizantes para obtener mejores cosechas en términos de rendimiento y calidad.

Se aplica en las etapas de crecimiento, prefloración y desarrollo de órganos cosechares. Es un formulado orgánico a base de aminoácidos activos, sucratos activos y cofactores enzimáticos que intervienen en la formación de HORMONAS ENDOGENAS, que

comandan los procesos de crecimiento, desarrollo, reproducción y maduración de los cultivos.

Beneficios:

- Formador de hormonas endógenas en los cultivos.
- Combate el estrés metabólico activando las vías productivas de los cultivos.

1.14.2 Master Down

Es un producto orgánico, reconstituyente y recuperador de carbohidratos básicos energéticos, que no estén produciéndose normalmente en la planta o son consumidos en exceso por efecto del estrés. Master Down es un bioestimulante orgánico, diseñado para regular en forma natural, el equilibrio energético de las plantas, al hacer más eficiente la formación de energía (ATP) a nivel celular, para optimizar los procesos de crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. La producción energética se limita drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas (ocurrencia de plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, humedad, helada, sequías salinidad, etc.) que desencadenan estrés.

Favorece el reabastecimiento del Piruvato (sustrato carbohidratado) a los ciclos energéticos celulares, optimizando la producción de energía (ATP), necesaria para el normal funcionamiento de las plantas en todas sus etapas fenológicas.

Se aplica durante todo el ciclo del cultivo, sobre todo en los procesos de máxima demanda de energía (crecimiento vegetativo, desarrollo de frutos, situaciones de estrés ocasionado por factores ambientales).

Es obtenido a partir de procesos biotecnológicos, microbiológicos y enzimáticos de hidrólisis, que producen ácidos orgánicos, sobre sustratos vegetales a base de complejos carbohidratados y azúcares complejos de alta actividad metabólica, formando bio-moléculas altamente energéticas y transportadoras denominadas SUCRATOS, los cuales intervienen en la producción de energía metabólica (ATP), que la planta necesita para asegurar altos niveles productivos.

Beneficios:

- Máxima producción de energía.
- Incrementa los niveles productivos.

1.14.3. Frutigen

Es un biomodulador fisiológico que maximiza el cuajado y crecimiento armónico y sostenido de frutos, al inducir la formación de las hormonas auxinas en las semillas. Incorpora un sistema de nutrientes en forma bioquelatada, dirigidos a mejorar la formación de estructuras celulares resistentes, al optimizar la formación de pectatos de calcio. Así mismo mejora la formación de granos de pólenes viables y fecundos.

También favorece la producción de flores, semillas y frutos de buena calidad, a partir de la optimización del proceso de polinización durante la etapa de floración, asegurando el cuajo y crecimiento del fruto, evitando su caída. Estos procesos son afectados drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas (plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, humedad, helada, sequías, salinidad, etc.) que desencadenan estrés.

Fruti-gen activa enzimas específicas relacionadas con la formación de granos de polen viables, la estimulación de PECTATOS que contribuyen a la formación de tejidos fuertes en las zonas de inserción de flores y frutos y el proceso de morfogénesis (formación) de la semilla que garantiza el desarrollo uniforme del fruto.

Se aplica en las etapas de pre-floración, floración, cuajado y desarrollo de frutos. Es un formulado a base de complejos orgánicos fusionados con Calcio, Boro y Zinc que actúan como cofactores enzimáticos. para la activación de enzimas específicas relacionadas con la fecundación, el cuajo y crecimiento armónico de frutos y granos.

Beneficios:

- Mayor cuajo de flores y frutos.
- Desarrollo y uniforme de frutos y granos.

1.14.4. Kalifol Plus

Es un bionutriente foliar, formulado a base de complejos orgánicos fusionados con Potasio y fósforo fusionados con ácidos orgánicos tricarbónicos y aminoácidos activos, más micro elementos, formando moléculas complejas de alta actividad y biodisponibilidad fisiológica para los cultivos, que actúan como cofactores enzimáticos favoreciendo la formación de azúcares altamente móviles fomentando el movimiento de sustancias elaboradas desde las hojas hacia los órganos de reserva (frutos, raíces, tallos y tubérculos), favoreciendo su llenado y con capacidad de almacenamiento en los órganos de reserva.

Activa la síntesis de carbohidratos, otorgando calidad al incrementar el peso, color, sabor y consistencia. Estos procesos son afectados drásticamente por la influencia de las condiciones ambientales adversas (plagas y enfermedades, variaciones de temperatura, humedad, helada, sequías, salinidad, etc.) que desencadenan estrés.

Se aplica en las etapas de crecimiento, desarrollo y maduración de frutos, así como en el llenado de tubérculos y raíces reservantes.

Beneficios:

- Mayor formación y transporte de azúcares.
- Más peso y calidad de órganos cosechables.

1.14.5. Rizogen

Es un bioestimulante orgánico enraizador, que regula en forma natural el equilibrio hormonal y energético a nivel de las raíces, para optimizar el crecimiento y desarrollo de pelos absorbentes y raíces nuevas, incrementando de esta manera la biomasa radicular, lo que se traduce en mayor superficie para la absorción de agua y nutrientes, lográndose el desarrollo equilibrado entre el área radicular y aérea de la planta (tallos, ramas y brotes).

Contrarresta el estrés fisiológico, generando en el suelo por la alteración de factores ambientales (temperatura, humedad, plagas y enfermedades, etc), activando la producción hormonal y energética en las raíces, necesarias para el desarrollo equilibrado de las plantas.

Se aplica por vía drench (cuello de plantas) o sistemas de riego, principalmente durante las etapas de emisión de raíces: crecimiento inicial, inicio de floración y desarrollo de frutos.

Es un formulado a base de complejos orgánicos, fosforo y potasio, fusionados en una matriz carbohidratada que los libera gradualmente después de su aplicación en el suelo, actuando directamente en la formación y balance de hormonas endógenas a nivel radicular en la planta, así como también en la generación y aprovisionamiento de energía (ATP), para el crecimiento armónico de la raíz.

Beneficios:

- Mayor crecimiento y desarrollo de raíces, raicillas y pelos adsorbentes.
- Activa la producción hormonal y energética en la raíz.

1.15. La Temperatura

Temperaturas por debajo de 12 grados afectan en gran medida el crecimiento de la planta, la temperatura óptima de desarrollo de la papaya esta entre 23- 26 grados C, las altas temperaturas constantes a 30 0 C. afectan el desarrollo de la planta. (Maldonado. 2013).

La temperatura influye sobre el porcentaje final, la velocidad y la uniformidad de la germinación, sobre la absorción de agua por las semillas y por tanto, sobre las reacciones bioquímicas que participan en el proceso. Así. la germinación solo ocurrirá dentro de determinados límites de temperatura donde el proceso ocurre con máxima eficiencia. Las temperaturas alíenlas favorecen la germinación de un gran número de especies (Bewley y Black. 1982).

1.16. Sustrato, generalidades y sus propiedades

El sustrato es todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ. que colocado en un contenedor -en forma pura o en mezcla- permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta (Blanc. 1987: Abad. 1991: Abad y Noguera. 1998 citado por Teres. 2001). El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada (Quiroz. García. Gonzales. Chung y Soto. 2009)

El sustrato funciona como un medio para el almacenamiento de agua, intercambio gaseoso, reservorio de nutrientes, permite el anclaje de la plántula en el contenedor y mantenerla en una posición vertical. Este soporte es mía función de la densidad (peso relativo) y de la rigidez del sustrato.

1.16.1. Clasificación de los sustratos

Existen diferentes formas y criterios para clasificar los sustratos, pero básicamente se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades y su capacidad de degradación. Teres (2001) realiza una clasificación basado en base a los componentes orgánicos e inorgánicos de la forma siguiente:

1.16.1.1. Materiales Orgánicos

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica. El más empleado es la turba.
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables. que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano. espuma de urea-fomaldehido. polietileno expandido, etc).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, ganaderas, industriales, urbanas, etc. Muchos materiales de este grupo deberán someterse a un proceso de compostaje para su adecuación como sustratos (cascarilla de arroz, estiércoles, cortezas de árboles, aserrín, virutas de madera, residuo de fibra de coco, residuo del corcho, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc).

1.16.1.2. Materiales Inorgánicos (Minerales)

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc).
- Transformados o tratados industrialmente. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos -y a veces también químicos- más o menos complejos, que modifican notablemente las características iniciales de los materiales de partida (arcilla expandida, lana de roca, perlita, vermiculita, etc).
- Residuos y subproductos industriales. Comprenden los materiales residuales procedentes de distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, ladrillo molido, etc).

1.17. Tipos de sustratos

1.17.1. Suelo

El suelo es, por naturaleza, el principal medio de crecimiento de las plantas, su utilización en vivero es muy común debido a su disponibilidad e inclusive sin costo, aunque no siempre cumplen con condiciones óptimas para su utilización en vivero. González. (2002) menciona que el suelo común presenta problemas como: la degradación del suelo superficial por el llenado de bolsa, es hospedero de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura, pobre compactación que perjudica al momento de hacer el trasplante al campo definitivo, la calidad de la parte física y química no es constante. Por lo tanto, es necesario tratar a cada suelo de modo específico, con el fin de conseguir que las altas exigencias de este tipo de cultivos sean satisfechas. Este objetivo se alcanza con mayor facilidad en terrenos con contenidos de 50-60% de arena. 12-20% de limo. 10-15% de arcilla y 6-8% de materia orgánica (FAO. 2002).

Los suelos franco arenosos o francos son ingredientes buenos para la preparación de mezclas con suelo. Los francos tienen las características físicas deseables de las arcillas

y las arenas sin mostrar las propiedades indeseables de soltura extrema, baja fertilidad, y baja retención de humedad, por un lado, y adherencia, compactación, drenaje y movimiento lento del aire por el otro. Puesto que los problemas que envuelven el drenaje y la aireación son acentuados cuando el suelo es colocado en un recipiente, el franco o el franco arenosos son preferidos al franco limoso o arcilloso. (Alvarado y Solano. 2002).

El suelo necesita una preparación y un manejo especial: por ejemplo:

- Enriquecimiento con materia orgánica para mejorar la textura y otras características relacionadas con ella:
- Regulación de las condiciones de nutrición, alcalinidad y salinidad:
- Regulación de las condiciones biológicas para limitar la aparición de plagas y enfermedades en el suelo.

1.17.2. Arena

La arena es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, disponibilidad y económico. Las recomendaciones sobre su tamaño son considerablemente variables (Landiset al. 1990). Su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación: Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores (INFOAGRO. 2002). La arena reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0.5 a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La CIC es de 5 a 10 meq l. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos.

1.17.3. Lombricompost

El compostaje consiste en la descomposición física y química de material es que liberan nutrientes disponibles para las plantas. Agentes microorganismos tales como hongos y bacterias digieren los materiales durante el proceso de descomposición. Cualquier material orgánico se puede comportar, una mezcla de material puede ser mejor. En el caso del lombricompost es un producto natural obtenido a través de la acción digestiva de la Lombriz Roja Califomiana sobre sustancias orgánicas de animales, previamente seleccionados y acondicionados (Vita. 2009 citado en de León. 2006)

El lombricompost se utiliza como fertilizante orgánico, enmienda orgánica y sustratos para plantas. Para su utilización como sustrato, no es recomendable como único componente de la formulación debido a la menor capacidad de retención de agua y espacio poroso total, se sugiere la mezcla con otros materiales para mejorar estos parámetros físicos (Ej: turba, perlita. entre otros) (Valenzuela. 2001)

1.17.4. Gallinaza

Se usa el estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y mesobiológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo cono micro y macro nutrientes. En el caso de estiércol de aves se observa una liberación inmediata de nutrientes y en seguida una liberación paulatina del resto de los nutrientes durante 1 a 2 años. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación.

1.17.5. Estiércol de Vaca

Bellapart. (1999). Sostiene que la fuente más importante en las huertas y chacras es el estiércol, por su aporte de materia orgánica posee una acción física, una acción biológica por el aporte de micro-organismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes. también una acción química, ya que la descomposición de materia

orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricalcico. La especie animal tiene diferentes grados de calidad en su estiércol de acuerdo al contenido de nutrientes, así los estiércoles ovinos son los más ricos en nutrientes, después sigue la gallinaza, el estiércol equino, bovino y en último lugar el estiércol porcino. Todos tienen una gran cantidad de nitrógeno y potasio, pero muy poco fósforo disponible.

Guerrero (1993). afirma que las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol es el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica con la cual incrementa la productividad del suelo en forma sostenida razón por la cual se convierte en el factor principal a ser considerado cuando se plantea un manejo ecológico del suelo.

La materia orgánica y el estiércol es una porción activa importante del suelo, este se encuentra en pequeña cantidad (la 5%). que puede modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aumenta la porosidad y mejora las relaciones agua-aire. reduciendo la erosión ocasionada por el agua y el viento. También señala que la materia orgánica es fuente de nitrógeno en el suelo, de 5-60% de fósforo y 80% de azufre (Domínguez. 1984).

1.17.6. Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido de materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido de materia orgánica (Clavijo. 2008).

Es más frecuente el uso de turbas rubias en el cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados de sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan

un pH que oscila entre 5 y 7. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semillero (Clavijo, 2008).

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.2. Límites territoriales

Tarija es ciudad capital del departamento de Tarija que está ubicada en parte sur de Bolivia. Se encuentra a orillas del río Guadalquivir, o Nuevo Guadalquivir, en el centro de un ameno valle y a 1,854 msnm. La provincia cercada 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. Características climáticas

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

La velocidad promedio del viento por hora en Tarija tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

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.

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.

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.

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.

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.

2.3. MATERIALES

2.3.1. Material Vegetal

Las semillas son de dos variedades híbridas, previamente tratadas con un bioestimulante de manera que garantice la germinación de las mismas.

- E_1 = Semilla híbrida (*Red Lady*)
- E_2 = Semilla híbrida (*Passión Red*)

2.3.2. Insumo

- Arena
- Limo
- Materia vegetal
- Estiércol
- Bioestimulante
- Fungicida C.T.C

2.3.3. Herramientas y Materiales de campo

- Bolsas para siembra directa de la semilla
- Pala
- Flexómetro

- Pie de rey
- Asadon
- Nailon
- Cubierta de nylon de agro film
- Hilo
- Tenaza
- Alambre
- Clavos
- Scoch
- Martillo
- Chinchas

2.3.4. Materiales de laboratorio

- Espátulas
- Agua destilada
- Recipiente de vidrio
- Caja petrix
- Brala
- Agua destilada
- Balanza
- Envase
- taper

2.3.5. Material de escritorio

- Libreta de escritorio
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Regla
- Lapis
- Borrador

2.3.6. Preparación del vivero

Para la selección del terreno del vivero se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- Ubicación y superficie plana
- Agua para garantizar el riego

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de “bloques al azar” con arreglo factorial (2 x 2) 4 tratamientos con 3 repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental se contará con 100 bolsas, de los cuales se evaluará las 50 bolsas centrales 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).

2.4.1. FACTORES EN ESTUDIO

Factor 1: Variedades de Papaya (dos variedades híbridas)

V_1 = Variedad Red Lady

V_2 = Variedad Pasión red

Factor 2: Tipos de sustrato (dos sustratos)

S_1 = Sustrato Arena + limo

S_2 = Sustrato mezcla arena + tierra vegetal + estiércol

A cada uno de los tratamientos se aplicó un bioestimulante orgánico que permita acelerar la germinación de la semilla y se monitoreó la temperatura optima en el proceso.

Aplicación de bioestimulante Monitoreo de temperatura optima

Tabla N° 3: descripción de tratamientos

VARIEDAD	SUSTRATO	TRATAMIENTO
V1=Red Lady	S1 Arena + limo	T1=V1 S1
	S2 Arena + M. vegetal + Estiércol	T2=V1 S2
V2=Pasión Red	S1 Arena + limo	T3=V2 S1
	S2 Arena + M. vegetal + Estiércol	T4=V2 S2

2.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

• Número de tratamientos:	4
• Número de repeticiones:	3
• El total de las unidades experimentales:	12
• Numero de bolsas por tratamiento:	100
• Numero de bolsas a evaluar:	50
• Numero de bolsas totales:	1200
Distancia de bloque a bloque	= 0,40 m
Distancia de tratamiento a tratamiento	= 0,20m
Largo del tratamiento	= 0,65m
Ancho de tratamiento	= 0,52m
Largo de la parcela	= 4,90m
Ancho de la parcela	= 2,36m

2.4.3. DISEÑO DE CAMPO

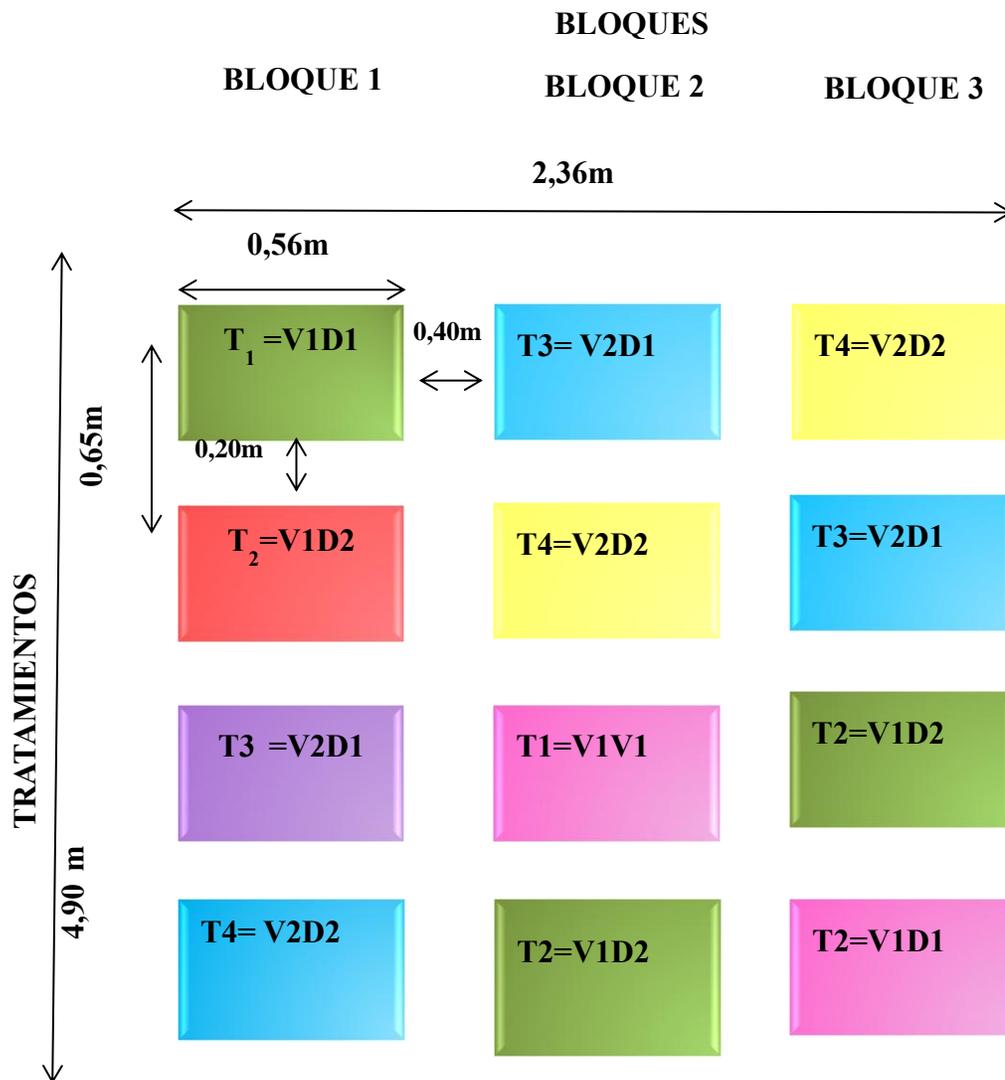
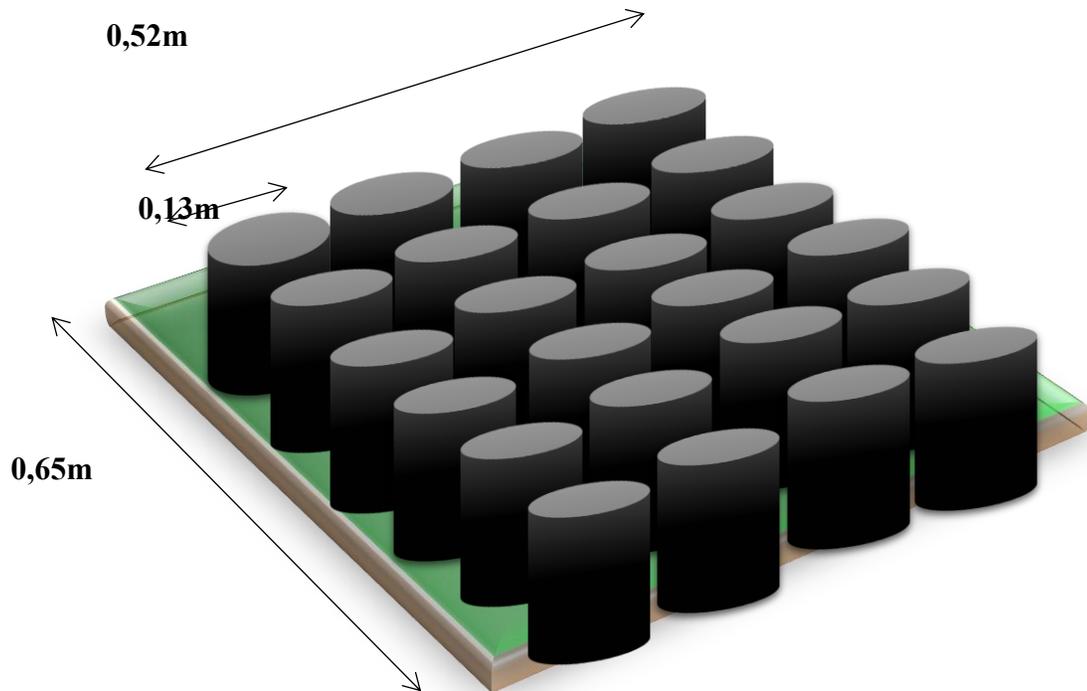


FIGURA N° 1: Detalle de cada unidad experimental



2.5. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA)

Para el análisis de varianza en el diseño de bloques completos al azar, se observó que la fuente de variabilidad se descompone en tres componentes; entre bloques, entre tratamientos y dentro de tratamiento o error experimental.

Tabla 3 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

En más detalle se procedió a calcular los cuadrados medios con la utilización de los siguientes modelos estadísticos.

Factor de corrección

$$FC = \frac{\sum_{j=1}^6 Y^2}{T \times R}$$

3.5.2. Suma de cuadrado total

$$SCT = \sum Y_{ij}^2 - TC$$

3.8.3. Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC_{\text{Tratamiento}} = \frac{\sum Y_{i.}^2}{N^\circ R} - TC$$

3.5.4. Suma de cuadrados de los bloques

$$SC_{\text{Bloques}} = \frac{\sum Y_{.j}^2}{N^\circ T} - TC$$

3.5.5. Suma de cuadrados del error

$$SCE = SCT - SC_{\text{Tratamientos}} - SC_{\text{Bloques}}$$

3.5.6. Sumatoria de cuadrados del factor "A" Variedades

$$SC_{\text{Factor A Variedades}} = \frac{\sum \bar{Y}_{\text{Variedades}}^2}{R * T} - FC$$

3.5.7. Sumatoria de cuadrados del factor "B" Fertilizantes Orgánicos

$$SC_{\text{Factor B Fertilizantes O.}} = \frac{\sum \bar{Y}_{\text{Fertilizantes O.}}^2}{R * V} - FC$$

3.5.8. Sumatoria de los cuadrados de la interacción "A" x "B"

$$SC_{\text{Interacción A * B}} = SC_{\text{Tratamiento}} - SC_{\text{Factor A Variedades}} - SC_{\text{Factor B Fertilizantes O.}}$$

2.6. PROCEDIMIENTO

2.6.1. Trabajo de campo

➤ Preparación del vivero

Para la selección del terreno del vivero se tomaron en cuenta los siguientes .

- Ubicación y superficie plana
- Agua para garantizar el riego

➤ **Arreglo del polipropagador**

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

➤ **Preparación del sustrato**

Para la preparación del sustrato se utilizó arena fina, limo, material vegetal y estiércol, y se empleó 5 carretillas de arena y dos de limo después eliminar todo el material no deseado, así mismo se lo mezclo y se coloco en el poli propagador.

➤ **Adquisición del material vegetativo (Semillas híbridas)**

La semilla se adquirió en la ciudad de Santa Cruz, semillas que son importadas desde Colombia y llegan en sobres de 1000 y 500 semillas

➤ **Aplicación del bioestimulante**

Para la aplicación del bioestimulante se aplicó una dosis de 5 gramos para tratamiento, disolviéndolo primeramente el mismo en pequeña cantidad de agua y revolviéndolo hasta obtener un líquido adecuado, luego se sumergió la semilla, durante un periodo de 3 días.

➤ **Preparación del sustrato para el llenado de las bolsas para vivero**

Para la preparación del sustrato para las bolsas se utilizó arena, limo y tierra vegetal (pino) y estiércol en una proporción de (4:4:4). La arena y limo se lo trajo de del rio Guadalquivir para hacer los trabajos en el invernadero, la materia orgánica se recolecto de la comunidad de rio negro.

Una vez mezclado se procedió a llenar las bolsas (10 cm x 15 cm) con ayuda de botellas plásticas, dejando unos 5 cm para poder regar.

2.7. VARIABLES DE RESPUESTA

Se evaluó las siguientes variables.

➤ Porcentaje de germinación en laboratorio

Esta variable se la desarrollo en laboratorio, con el conteo de 10 semillas y sometiénolas a las condiciones óptimas para que se inicie la germinación, contando las semillas que presentaron el desarrollo de la plúmula que es el inicio de la germinación, se contó el número de semillas germinadas y se transformó a valor porcentual.

➤ Índice de velocidad de Germinación

El Índice de Velocidad de Germinación (IVG) se midió también en laboratorio, principalmente, a través de la observación y registro de la germinación de semillas bajo condiciones controladas. Se calculó sumando la cantidad de semillas germinadas cada día y multiplicando por el tiempo transcurrido.

$$IVG = \sum (Gt / Dt)$$

➤ Vigor de las plántulas (diámetro y altura de la planta) a los 15 días

El vigor que es una variable cualitativa se lo desarrollo a través del relacionamiento del diámetro y altura de la planta.

➤ Porcentaje de prendimiento

Se realizó el conteo de las plantas, que generaron brotes e iniciaron el proceso de desarrollo de las primeras hojas, para luego transformar en un valor porcentual.

➤ **Diámetro del tallo 15, 30 y 60 días**

En la toma de datos se utilizó un calibrador vernier para determinar el diámetro de tallo de cada uno de los tratamientos, para identificar si el bioestimulantes genera mayor diámetro del tallo. Mediante el diseño estadístico completamente al azar, se tomaron los datos pertinentes, tabulando la información en un documento Excel que se elaboró para tal efecto, para la aplicación del ejercicio de diseño. viables, ejecutándolo a 15, 25 y 35 días después de la germinación de la investigación.

➤ **Número de Brotes por plántula**

En el invernadero se contó el número de brotes por planta, lo que permitió, deducir el prendimiento de las mismas.

➤ **Longitud de la plántula a los 15, 30 y 60 días**

En la toma de datos se empleó una cinta métrica para determinar la altitud en cm del tallo así identificar si el bioestimulante tiene incidencia, ejecutándolo a 15, 25 y 35 días después de la germinación de la investigación.

➤ **Numero de hojas por plantula a los 15, 30 y 60 días**

Se tomaron los datos pertinentes, contando el número de hojas por planta, para ser tabulado en un documento Excel que se elaboró para tal efecto, ejecutándolo a 15, 30 y 60 días después de la germinación de la investigación.

➤ **Porcentaje de mortandad**

Se registró el número de plantas muertas en el polipropagador para luego realizar los cálculos del porcentaje de mortandad de las plántulas.

➤ **Longitud de la Raíz**

En la, toma de datos se empleó un flexómetro para determinar la longitud de raíz, ejecutándolo a 60 días después del prendimiento de la planta.

➤ **Volumen de la raíz**

El volumen de las raíces se los desarrollo con una probeta graduada, donde se sumergió las raíces y posteriormente se procedió a llenar con agua. Esto se ejecutó a los 60 días después del prendimiento de la planta.

➤ **Incremento de la Longitud de la plántula a los 60 Días**

A los 60 días se continuo con la medición de la longitud de la planta para compararlo con las otras mediciones realizadas a los 15 y 30 días.

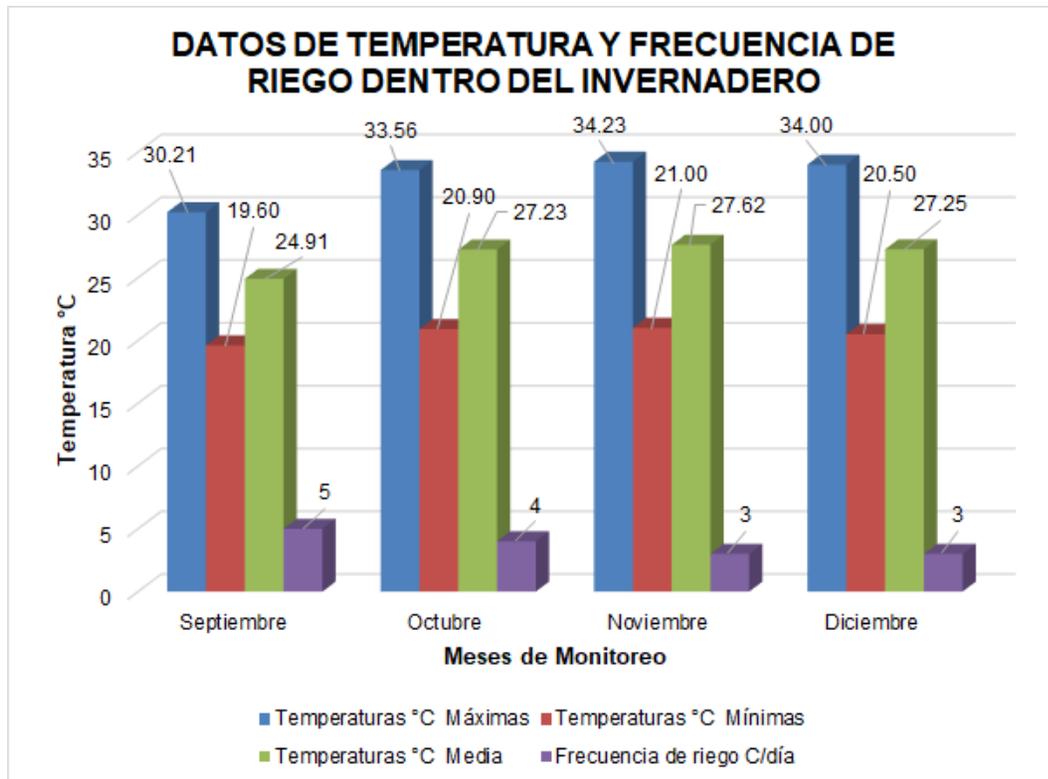
CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Uno de los aspectos más importantes fue el monitoreo de la temperatura en el invernadero, datos que se registraron con un “Data logger” que nos registró diariamente, temperatura máximas y mínimas, durante los cuatro meses de estudio en invernadero, se registraron una variación de temperaturas moderadas, como se puede observar en figura 1, la temperatura máxima registrada fue de 34.23 °C en el mes de noviembre y la mínima registrada fue de 19.60 °C en el mes de septiembre.

Grafica 1 Datos de temperatura y frecuencia de riego del invernadero

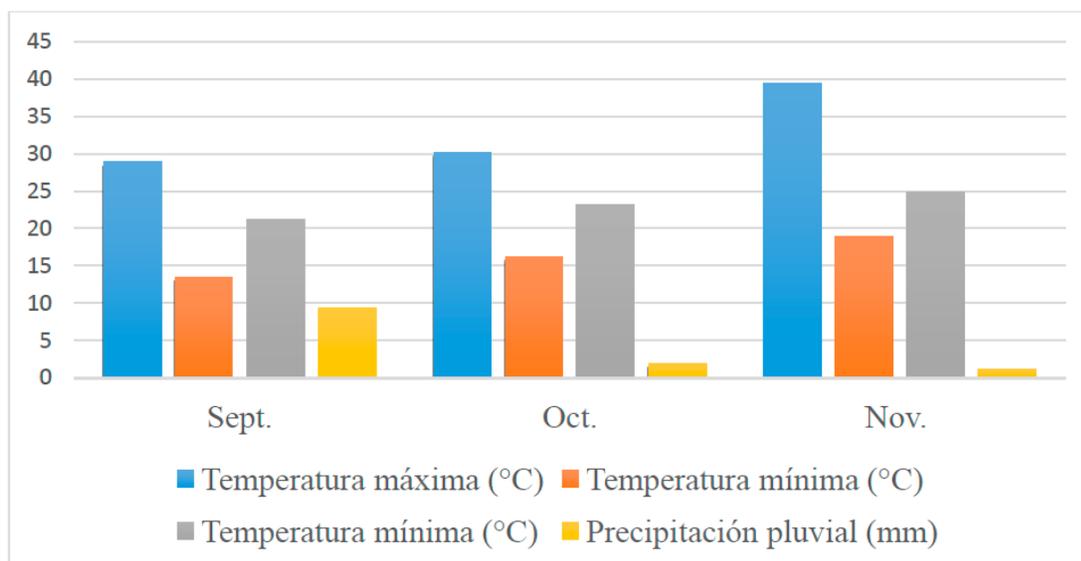


Fuente: Data logger

Gil y Miranda, (2008) hacen mención que la semilla de papaya es muy sensible a los cambios de temperatura y de humedad, dichos cambios causan una disminución

progresiva de la viabilidad y el porcentaje de germinación de la misma, los mismos indican que la semilla de papaya tiene un mayor porcentaje de germinación a una temperatura 30°C, y presenta un bajo porcentaje de germinación a temperaturas de 20 y 25° C y superiores de los 35° C.

Grafica 2 Temperatura SENHAMI, 2024



Fuente: SENHAMI, 2024

Las temperaturas registradas fuera del invernadero, durante los tres meses de estudio, tienen una variación de la temperatura máxima de 32.8 °C en el mes de noviembre y la mínima de 16.2 °C en el mes de septiembre.

Lee y Heimsch, (1962) indican que para la germinación favorable de las semillas deben existir condiciones ambientales. La humedad, el oxígeno, la temperatura y la luz afectan la germinación, pero con diferencias entre especies que poseen distintos requerimientos óptimos.

3.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN LABORATORIO

Determinar el porcentaje de germinación de la semilla en laboratorio es crucial para la calidad de las semillas, permitiendo evaluar su viabilidad, vigilar su calidad y optimizar la producción de plantines. Permite planificar la siembra, prevenir pérdidas y obtener

mejores resultados. El porcentaje de germinación indica qué porcentaje de semillas son capaces de germinar en condiciones óptimas, lo que refleja la calidad de la misma.

Tabla 4 Porcentaje de germinación de la semilla en laboratorio

		DÍAS A GERMINACIÓN							Porcentaje de Germinación
		1	2	3	4	5	6	7	
Número de semillas germinadas	Variedad 1: Red Lady	3	3	4	4	5	5	8	80
	Variedad 2: Passión Red	4	4	5	5	5	5	6	60

Fuente: Elaboración propia

Un buen porcentaje de germinación asegura una emergencia exitosa de plántulas, lo que a su vez puede llevar a mejores plantines. En la tabla 4, registra que para la variedad Red Lady el porcentaje de germinación fue de 80 % y para la variedad Passión Red el porcentaje de germinación fue de 60 %, tomando aproximadamente 7 días de evaluación, bajo condiciones favorables.

3.2. ÍNDICE DE VELOCIDAD DE GERMINACIÓN

Medir el índice de velocidad de germinación (IVG) es importante para evaluar la calidad fisiológica de las semillas, predecir el vigor y la viabilidad de la misma, y optimizar la siembra. Permite evaluar cómo la velocidad de germinación se relaciona con la cantidad total de semillas que germinan en un período determinado, ayudando a determinar el potencial de semilla para producir plántulas normales.

Tabla 5 Índice de velocidad de germinación

		DÍAS A GERMINACIÓN							Porcentaje de Germinación
		1	2	3	4	5	6	7	
Número de semillas germinadas	Variedad 1: Red Lady	3	3	4	4	5	5	8	80
	Variedad 2: Passión Red	4	4	5	5	5	5	6	60
									IVG
Índice de velocidad de Germinación	Variedad 1: Red Lady	3.00	1.50	1.33	1.00	1.00	0.83	1.14	9.81
	Variedad 2: Passión Red	4.00	2.00	1.67	1.25	1.00	0.83	0.86	11.61

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos anteriores de germinación, se procede a calcular el IVG, en la tabla anterior N° 5, se registra que la variedad Red Lady presenta un IVG de 3.20 y la variedad Passión Red un índice de 2.90. El IVG refleja la interacción de factores que afectan la germinación, como la temperatura, el agua y la disponibilidad de nutrientes, así como la capacidad de la semilla para desarrollarse.

El vigor de la semilla es un parámetro muy importante puesto que permite identificar las diferencias entre la germinación y la emergencia en campo, principalmente cuando las condiciones del campo pueden ocasionar estrés, en nuestro caso el vigor de la semilla se realizó a través de la medición de la plúmula. Medir el tamaño de la plúmula en la semilla es importante para evaluar la calidad fisiológica de la semilla y su potencial de germinación.

Tabla 6 Tamaño de la plúmula

VARIEDADES	TAMAÑO DE LA PLUMULA mm										TAMAÑO MEDIO DE LA PLUMULA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Variedad 1: Red Lady	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.20
Variedad 2: Passión Red	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.90

Fuente: Elaboración propia

Un tamaño adecuado de la plúmula, junto con otros factores como el tamaño de la semilla, la humedad y la temperatura, puede indicar si la semilla es viable y tiene un buen vigor, en la presente investigación en la tabla N° 6 establece que el tamaño de la

plúmula de la semilla germinada de la variedad Red Lady es de 3.20 mm, y de la Passión Red es de 2.90 mm, lo que indica que son semilla con buen vigor.

4.3. VIGOR DE LAS PLÁNTULAS (DIÁMETRO Y ALTURA DE LA PLANTA) A LOS 15 DÍAS

Medir el vigor de las plántulas en el vivero es crucial para garantizar el establecimiento exitoso de los cultivos. El vigor de una plántula se refiere a su capacidad para germinar y crecer vigorosamente, incluso en condiciones ambientales adversas. Evaluar el vigor permite identificar plantas con mayor potencial para soportar el traslado al campo y establecerse adecuadamente, lo que se traduce en un aumento de la probabilidad de éxito del cultivo. Esta variable se midió a partir de la relación altura/diámetro, donde los valores más altos sugieren una planta más vigorosa, esta medición se realizó a los 15, 30 y 60 días después de la emergencia.

Tabla 7 Vigor de las plántulas 15 día después de la siembra

Tratamientos	Diámetro a los 15 días	Altura de la planta a los 15 días	Vigor
T5	0.40	3.97	9.91
T10	0.48	4.19	8.82
T8	0.36	3.05	8.41
T9	0.43	3.51	8.26
T12	0.34	2.75	8.15
T11	0.41	3.32	8.05
T3	0.54	4.04	7.52
T7	0.39	2.91	7.51
T6	0.58	3.94	6.84
T4	0.66	4.28	6.45
T1	0.51	3.22	6.27
T2	0.64	3.70	5.80

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 7, registra que el tratamiento T5 = V2S1 (Variedad 2 Passión Red, Sustrato 1: Arena + Limo), presenta el valor más alto de 9.91 presentando las plántulas más vigorosas a los 15 días de emergencia, seguido de la variedad T10 = V2S1, con un valor

de 8.82, el tratamiento que menos vigor presento fue el T2 = V1S2 (Variedad Red Lady; sustrato arena + material vegetal + estiércol), con un valor de 5.80.

Tabla 8 Vigor de las plántulas 30 días después de la siembra

Tratamientos	Diametro a los 30 días	Altura de la planta a los 30 días	Vigor
T12	0.80	9.43	11.78
T2	0.95	9.50	10.00
T6	1.15	11.48	9.98
T10	0.98	9.58	9.83
T4	1.23	12.03	9.82
T5	0.98	8.53	8.74
T9	0.93	8.05	8.70
T11	0.88	7.30	8.34
T8	0.90	7.34	8.15
T3	1.15	9.13	7.94
T7	0.68	5.25	7.77
T1	0.91	6.45	7.07

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se calculó el vigor a los 30 días después de la siembra (Tabla N° 8), se establece que el T12 = V1S1 (Variedad Red Lady y Sustrato arena + limo) tiene el valor más alto con 11.78, seguido del T2 = V1S2 (Variedad Red Lady; sustrato arena + tierra vegetal + estiércol) con un valor de 10. El valor más bajo es del tratamiento T1 = V1S1 (Variedad Red Lady; sustrato arena + limo) con un valor de 7.07.

En la siguiente tabla N° 9, se registra el vigor de las plántulas a los 60 días de la siembra, donde el valor más alto lo presenta el tratamiento T6 = V2S2 (Variedad Passión red, sustrato arena + tierra vegetal + estiércol), con 18.45, seguido del tratamiento T4 = V2S2, con un valor de 18.29 y el valor más bajo es registrado por el tratamiento T3 = V2S1 (Variedad Passion red, sustrato arena + limo) con un valor de 8.03.

Tabla 9 Vigor de las plántulas 60 días después de la siembra

Tratamientos	Diametro a los 60 días	Altura de la planta a los 60 días	Vigor
T6	1.66	30.68	18.45
T4	1.95	35.67	18.29
T8	1.43	23.72	16.65
T10	1.54	25.32	16.47
T9	1.50	23.96	15.97
T12	1.58	24.97	15.85
T11	1.50	22.00	14.66
T2	1.71	23.75	13.87
T7	1.18	12.39	10.54
T1	1.56	16.35	10.46
T5	1.76	14.55	8.26
T3	1.80	14.45	8.03

Fuente: Elaboración propia

El vigor de las plantas es influenciado por varios factores entre ellos, la temperatura del suelo al momento de la siembra, el tipo de sustrato, la humedad del suelo, el tipo de semilla, la fertilidad, la sanidad del sustrato, y la incidencia de plagas y enfermedades. Plántulas vigorosas, desarrolladas en un ambiente controlado, permiten una transición más rápida y exitosa al campo, mejorando la eficiencia y productividad, se puede mejorar el vigor mediante una protección adecuada contra plagas tempranas, y ocasionalmente con el uso de fertilizantes de arranque o bioestimulantes.

3.4. LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE A LA SEMILLA Y EL SUSTRATO

En la investigación para apoyar la germinación de las semillas y el vigor de las plántulas de *Carica papaya L.*, se aplicó un bioestimulante (Speed seed), compuesto por extractos de ácidos húmicos (12 %), nitrógeno (1.1 %), fósforo (4%), potasio (1%), zinc (2%), aminoácidos (3.20 %), consorcio hormonal (1900 ppm) y materiales inertes (75.8 %) fabricado por ENVAI IMPORT EXPRT SRL, se aplicó a la semilla durante el tratamiento inicial en una dosis de 0.5 cc diluido en 5 ml de agua, y posteriormente

se aplicó al sustrato en una dosis de 5 cc en 20 litros de agua, dentro de los resultados se establece que el porcentaje de germinación de las semillas en ambas variedades reportan un porcentaje de germinación de 60 a 80 % en laboratorio, un porcentaje de prendimiento en las dos variedades y los dos tipos de sustrato de 64.58 %, y un vigor de las plántulas que varía dentro de un rango a los 30 días de 7.07 a 11.78 con un buen vigor de las plantas. Según Mariasg (2013), manifiesta que los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y o fisiológicas de las plantas, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos.

3.5. DÍAS A LA EMERGENCIA DE LAS PLANTULAS EN LAS BOLSAS

La importancia de evaluar los días a la emergencia de las plantas radica en que este período define la rapidez con la que las plantas se desarrollan después de la germinación, afectando la sanidad, la competitividad y por ende el prendimiento de las plántulas. Una emergencia rápida y uniforme es crucial para asegurar que las plantas tengan acceso a los recursos necesarios y que puedan competir eficientemente con factores adversos.

Tabla 10 Comparación de medias para los días de emergencia luego de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	10	9	19.60	9.80
V2 = Pasión red	10	9	19.40	9.70
SUMA TIPO SUSTRATO	20.60	18.40	39.00	
MEDIAS	10.30	9.20		9.75

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (10) referente a los días a la emergencia de las plántulas, se tiene que el menor tiempo a la emergencia se presenta en la variedad 2 (*Passión Red*), en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) con un tiempo de 9 días después de la siembra, y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 1 (Arena + limo) presenta un valor medio de 10 días de emergencia, después de la siembra.

Tabla 11 Análisis de varianza para los días de emergencia luego de la siembra, 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%
BLOQUES	2	0.260	0.130	1.75 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	3.66	1.221	16.40***	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.03	0.030	0.40 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	3.63	3.630	48.76***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.003	0.003	0.04	1.75	2.20
ERROR	6	0.447	0.074			
TOTAL	11	4.37	0.397			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para los días a la emergencia, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que los días a emergencia de las plántulas de papaya para cada repetición tienen un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde $F_{calculado}$ es mayor que $F_{tabulado}$ al 5% y 1 % ($16.40 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), no existen diferencias significativas ya que la $F_{calculado}$ al 1% y 5% es menor que la $F_{tabulado}$ ($0.40 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{Calculada} > F_{tabulada}$ al 1 y 5% de probabilidad ($48.76 > 2.53$ y 3.65), con diferencia altamente significativas y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{Calculada} < F_{tabulada}$ ($0.04 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas.

C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.074}}{9.75} \right) * 100 = 44.31 \%$$

El CV = 44.31 % 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.

Grafica 3 días a emergencia



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 3, se muestra las diferencias que existen entre los tratamientos, tomando en cuenta las medias de los días a la emergencia, en este sentido el tratamiento T9 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presenta más tiempo de emergencia (11 días después de la siembra), y el tratamiento T2 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menos tiempo tomó en emerger 9 días después de la siembra. En forma general los días a emergencia varían de 9 a 11 días dependiendo fundamentalmente de la variedad y las condiciones de temperatura y humedad presentes en el invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 12 Cálculo de los límites de significancia para los días de emergencia luego de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.890	0.923	0.939	0.947	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951
W = q (1%) x Sd	1.349	1.400	1.428	1.445	1.455	1.462	1.465	1.467	1.467	1.467	1.467	1.467

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Diferencia entre tratamientos para los días de emergencia luego de la siembra

TRATAMIENTO		T12	T10	T8	T4	T2	T6	T3	T1	T7	T5	T11	T9
	\bar{X}	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	11.00
T9	11	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00
T11	11	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	
T5	10	1.00 NS	0.00	0.00	0.00	0.00							
T7	10	1.00 NS	0.00	0.00	0.00								
T1	10	1.00 NS	0.00	0.00									
T3	10	1.00 NS	0.00										
T6	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
T2	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
T4	9	0.00	0.00	0.00	0.00								
T8	9	0.00	0.00	0.00									
T10	9	0.00	0.00										
T12	9	0.00											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para los días de emergencia luego de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T9	11	A
T11	11	A
T5	10	A
T7	10	A
T1	10	A
T3	10	A
T6	9	B
T2	9	B
T4	9	B
T8	9	B
T10	9	B
T12	9	B

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 2 grupos con diferencias poco significativas entre ellos, el grupo "A" conformado por el tratamiento T9, T11, T5, T7, T1 y T3 donde el común denominador es el sustrato 2 (S2 = limo + tierra vegetal + estiércol), presentando el mayor tiempo a la emergencia con 10 a 11 días, siendo los más tardíos, también establecen diferencias significativas con los tratamientos T6, T2, T4, T8, T10 y T12 que conforman el segundo grupo "B", constituido por el tratamiento estos tratamientos y un solo tipo de sustrato S1 (Arena + limo) con un valor de 9 días a la emergencia, sin mostrar diferencias significativas entre ellos.

Tabla 15 Diferencia entre los sustratos para los días de emergencia luego de la siembra

TIPO DE SUSTRATO	S1	S2
	\bar{X}	9.29 10.30
S1	10.30	1.01** 0.0
S2	9.20	0.0

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo) diferente S2 (Limo + tierra vegetal + estiércol). Lo que establece que la elección del tipo de sustrato es crucial para la emergencia de las plántulas, ya que influye en la germinación y el desarrollo inicial de las mismas. El sustrato proporciona soporte físico, humedad y nutrientes, además de permitir un adecuado intercambio de gases. Sustratos bien drenados y con buena aireación, como aquellos que contienen tierra vegetal y estiércol, suelen favorecer una mejor emergencia y desarrollo de las plántulas.

3.6. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

Evaluar el porcentaje de prendimiento de los plantines de papaya en invernadero es crucial para garantizar plantas de buena calidad y que se puedan adaptar al medio donde serán trasplantadas. Un alto porcentaje de prendimiento indica que los plantines están sanos y bien adaptados, lo que aumenta las posibilidades de supervivencia y crecimiento en el campo.

El

porcentaje de prendimiento, también conocido como supervivencia, indica la proporción de plantines que sobreviven y se desarrollan adecuadamente. Este porcentaje es un indicador clave de la calidad de los plantines y de la efectividad de las prácticas de producción de papaya.

Tabla 16. Comparación de medias para el porcentaje de prendimiento

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	64	57	121.00	60.50
V2 = Passión red	67	70	137.00	68.50
SUMA TIPO SUSTRATO	131.00	127.00	258.00	
MEDIAS	65.50	63.50		64.50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 16) referente al porcentaje de prendimiento de las plántulas, se tiene que el mayor porcentaje de prendimiento, se presenta en la variedad 2 (*Passión Red*), en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) con un valor de 70 % de prendimiento, seguido de la misma variedad V2 en el sustrato S1 (Arena + limo), con un valor de 67 % de prendimiento después de la siembra, y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol) presenta el menor porcentaje de prendimiento 57 % después de la siembra.

Según Cardozo Gareca Cristian (2018), en su trabajo de tesis observo que el mayor porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra fue para el T4 que obtuvo un 81% de semillas germinadas podemos inferir que el mayor porcentaje de germinación se debe a la presencia alta de materia orgánica y el de menor promedio fue para el T3 con el 39 % de germinación esto pudo haber sido por el alto porcentaje de gallinaza.

Tabla 17 Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento, 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%
BLOQUES	2	1286.000	643.000	1.31 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	300.33	100.111	0.20 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	192.00	192.000	0.39 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	12.00	12.000	0.024 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	96.33	96.333	0.20 NS	1.75	2.20
ERROR	6	2940.667	490.111			
TOTAL	11	4527.00	411.545			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación.

La falta de diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento de plantines de papaya en invernadero se debe a las variedades sembradas que son híbridas con

características favorables, la calidad de los plantines de alto vigor, el manejo del riego y fertilización eficiente desarrollados, así como las condiciones climáticas controladas dentro del invernadero, lo que favoreció el desarrollo de ambas variedades bajo las mismas condiciones.

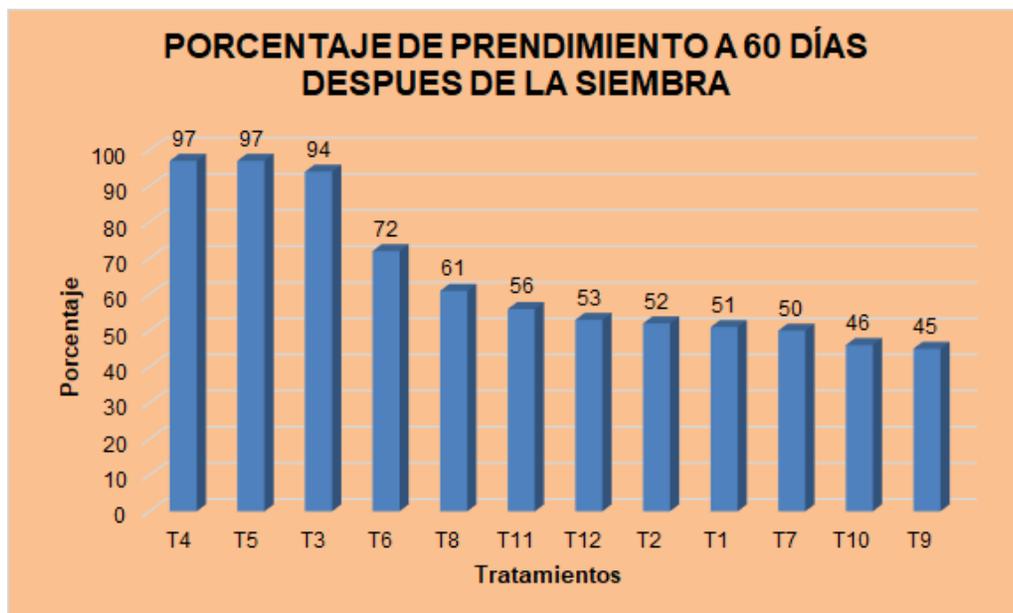
C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{490.111}}{64.50} \right) * 100 = 34.32 \%$$

El CV = 34.32 % 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.

Grafica 4 porcentaje de germinación a 60 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

La gráfica 4, muestra las diferencias que existen entre los tratamientos, tomando en cuenta las medias del porcentaje de prendimiento, en este sentido el tratamiento T4 =

V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presento el mayor porcentaje de prendimiento (97 %), y el tratamiento T9 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), fue el que menor porcentaje de prendimiento presento 45 %. En forma general el porcentaje de prendimiento varían de 45 a 97 %, dependiendo fundamentalmente del tipo de sustrato y las condiciones de temperatura y humedad presentes en el invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

No se aplicó la prueba de Duncan, ya que nos existen diferencias significativas entre los tratamientos.

3.7. NÚMERO DE BROTES POR PLÁNTULA

Evaluar el número de brotes en plantines de papaya después de la germinación en invernadero es crucial para asegurar una siembra exitosa y un prendimiento adecuado del plantín. Permite identificar posibles problemas de germinación, determinar la viabilidad de las semillas y optimizar el manejo de las plantas para obtener un buen porcentaje de prendimiento en vivero, un n número adecuado de brotes asegura una buena ventilación, acceso a la luz y disponibilidad de nutrientes para cada planta, lo que se traduce en mayor desarrollo.

Tabla 18 Comparación de medias para el número de brotes luego de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	3	3	5.58	2.8
V2 = <i>Passión red</i>	2	3	5.10	2.6
SUMA TIPO SUSTRATO	4.87	5.82	10.68	
MEDIAS	2.43	2.91		2.67

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 10) referente al número de brotes en las plántulas, se tiene que la variedad 2 (*Passión Red*), en el sustrato 1 (Arena + limo) presenta el menor número de brotes/planta (2 brotes/planta), mientras que la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 1

y 2 (Arena + limo), (Limo + tierra vegetal + estiércol) presenta un valor medio de 3 brotes/planta, después de la siembra.

Tabla 19 *Análisis de varianza para el número de brotes luego de la siembra, 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%
BLOQUES	2	0.722	0.361	1.85 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	0.88	0.292	1.50 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.18	0.175	0.90 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	0.68	0.677	3.46**	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.03	0.025	0.13 NS	1.75	2.20
ERROR	6	1.173	0.196			
TOTAL	11	2.77	0.252			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de brotes/planta, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que el número de brotes/planta de las plántulas de papaya para cada repetición tienen un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que no existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1 % ($1.5 < 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.90 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($3.46 > 2.53$), con diferencia significativas y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.13 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas.

C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.196}}{2.67} \right) * 100 = 16.56 \%$$

El CV = 16.56 % 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.

Grafica 5 numero de brotes a los 60 días de la emergencia de las plantas



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 5, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del número de brotes/planta, en este sentido el tratamiento T6 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presenta el mayor número de brotes/planta (3 brotes/planta), y el tratamiento T3 = V2S1 (variedad 1 *Passión red*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menos brotes/planta presentó 1 brote. En forma general el número de brotes/planta varían de 1 a 3 brotes, dependiendo fundamentalmente de la variedad, el vigor de las plantas y las condiciones agroclimáticas presentes en el invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 20 Cálculo de los límites de significancia para el número de brotes luego de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.709	0.735	0.748	0.754	0.757	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758
W = q (1%) x Sd	1.075	1.115	1.137	1.151	1.159	1.164	1.167	1.168	1.169	1.169	1.169	1.169

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Diferencia entre los sustratos para el número de brotes luego de la siembra

TIPO DE SUSTRATO	S1	S2
\bar{X}	9.29	10.30
S1	10.30	1.10***
S2	9.20	0.0

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo + tierra vegetal) diferente S2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) reafirmando la importancia del sustrato en el desarrollo de la planta de papaya.

3.8. DIÁMETRO DEL TALLO 15 DÍAS

Evaluar el diámetro de los plantines de papaya después de la germinación en invernadero es crucial para asegurar la calidad y viabilidad de las plantas. Un diámetro adecuado indica un desarrollo saludable y vigoroso, lo que previene problemas futuros como deficiencias nutricionales o mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas.

Tabla 22 Comparación de medias para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	0.45	0.56	1.01	0.5
V2 = Passión red	0.45	0.45	0.90	0.5
SUMA TIPO SUSTRATO	0.89	1.02	1.91	
MEDIAS	0.45	0.51		0.48

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 22) referente al diámetro de las plántulas a los 15 días después de la siembra, se tiene que el menor diámetro se presenta en la variedad 1 (*Red lady*) y la variedad V2 (*Passión red*), en el sustrato 1 (Limo + arena) con un diámetro de 0.45 cm y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) presenta un valor medio de 0.56 cm de diámetro a los 15 días después de la siembra.

Tabla 23 Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	29.542	14.771	8.90***	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	11.73	3.910	2.36**	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	3.52	3.521	2.12*	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	4.69	4.688	2.82*	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	3.52	3.521	2.12*	1.75	2.20
ERROR	6	9.958	1.660			
TOTAL	11	51.23	4.657			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el diámetro de las plantas a los 115 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques existen diferencias altamente

significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad (8.90 > 3.15 y 498) lo que indica que el diámetro de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento diferente. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde $F_{\text{calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1 % (2.36 > 1.65 y 2.03), para el factor A (variedades), no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es mayor que la F_{tabulado} (2.12 < 2.37 y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad (2.82 > 2.53 y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ (2.12 > 1.75 y 2.20) donde existe diferencias significativas al 5% de probabilidad y no al 1%.

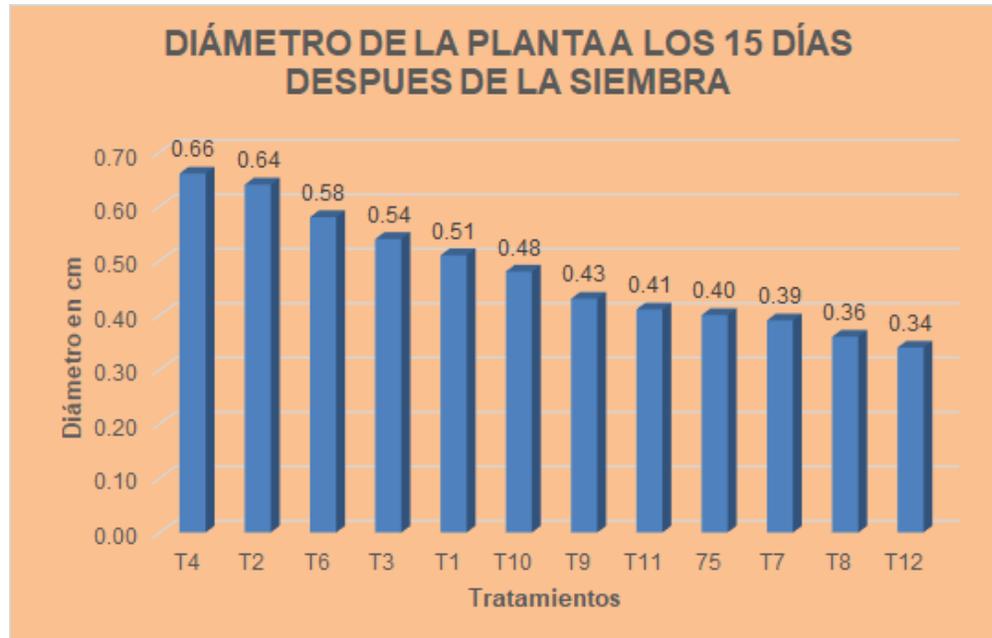
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.004}}{0.48} \right) * 100 = 13.50 \%$$

El CV = 13.50 % 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.

Grafica 6 diámetro de la planta a los 15 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 6, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del diámetro de los plantines a los 15 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor diámetro de la plántula (0.66 cm), y el tratamiento T12 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menos diámetro presentó a los 15 días después de la siembra (0.34 cm). En forma general la variación del rango está entre 0,34 a 0.66 cm; dependiendo fundamentalmente de la variedad y las condiciones de temperatura y humedad presentes en el invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 24 Cálculo de los límites de significancia para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$Sd = (\sqrt{CME})/B \times R$	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.091	0.094	0.096	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097	0.097
W = q (1%) x Sd	0.138	0.143	0.146	0.148	0.149	0.149	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Diferencia entre tratamientos para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

TRATAMIENTO	T12	T8	T7	T5	T11	T9	T10	T1	T3	T6	T2	T4
\bar{X}	0.34	0.36	0.39	0.40	0.41	0.43	0.48	0.51	0.54	0.58	0.64	0.66
T4	0.66	0.32 ***	0.30***	0.27***	0.26***	0.25***	0.23***	0.18***	0.15***	0.12**	0.08 NS	0.02 NS
T2	0.64	0.30***	0.28***	0.25***	0.24***	0.23***	0.21***	0.16***	0.13**	0.10*	0.06 NS	0.00
T6	0.58	0.24***	0.22***	0.19***	0.18***	0.17***	0.15***	0.10*	0.07 NS	0.04 NS	0.00	
T3	0.54	0.20***	0.18***	0.15***	0.14***	0.13**	0.11**	0.06 NS	0.03 NS	0.00		
T1	0.51	0.17***	0.15**	0.12**	0.11**	0.10*	0.08 NS	0.03 NS	0.00			
T10	0.48	0.14**	0.12**	0.09 NS	0.08 NS	0.07 NS	0.05 NS	0.00				
T9	0.43	0.09 NS	0.07 NS	0.04 NS	0.03 NS	0.02 NS	0.00					
T11	0.41	0.07 NS	0.05 NS	0.02 NS	0.001 NS	0.00						
T5	0.40	0.06 NS	0.04 NS	0.01 NS	0.00							
T7	0.39	0.05 NS	0.03 NS	0.00								
T8	0.36	0.02 NS	0.00									
T12	0.34	0.00										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T4	0.66	A
T2	0.64	A
T6	0.58	A
T3	0.54	B
T1	0.51	B
T10	0.48	B
T9	0.43	C
T11	0.41	C
T5	0.40	C
T7	0.39	D
T8	0.36	D
T12	0.34	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 4 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T4, T2 y T6 donde el común denominador es el sustrato 2 (S2 = limo + tierra vegetal + estiércol), presentando el mayor el mayor diámetro de los plantines 0.58 a 0.66 cm de diámetro), también establecen diferencias significativas con los tratamientos T3, T1 y T10 que conforman el segundo grupo “B”, estos tratamientos, presentan el mismo tipo de sustrato 1 (S1= Arena + limo) con un valor de 0.48 a 0.54 cm de diámetro, sin mostrar diferencias significativas entre ellos, pero si presentan diferencias significativas con los tratamientos T9, T11, T5, T7, T8 Y T12, que forma parte del grupo “C” y “D” respectivamente con un rango de valores de 0.34 a 0.43 cm de diámetro mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 27 Diferencia entre los sustratos para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

TIPO DE SUSTRATO		S1	S2
	\bar{X}	0.45	8.48
S2	0.51	0.06	0.0
S1	0.45	0.0	

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo) diferente S2 (Limo + tierra vegetal + estiércol).

Tabla 28 Diferencia entre los bloques o repeticiones para el diámetro del tallo a los 15 días de la siembra

BLOQUES		B3	B2	B1
	\bar{X}	0.40	0.40	0.60
B1	0.60	0.20***	0.2.***	0.00
B2	0.40	0.0	0.00	
B3	0.40	0.0		

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para bloques o repeticiones, presentan diferencias significativas entre los bloques B1, B3 y B2. Lo que establece que un factor agroclimático influyo en el desarrollo del diámetro de las plantas en los diferentes bloques.

3.9. DIÁMETRO DEL TALLO 30 DÍAS

El diámetro del tallo se continuó evaluando a los 30 días para ver el desarrollo de la planta, estos datos y su análisis se presentan a continuación:

Tabla 29 Comparación de medias para el diámetro del tallo a los 30 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	0.94	1.03	1.96	1.0
V2 = Pasión red	0.90	0.98	1.88	0.9
SUMA TIPO SUSTRATO	1.84	2.00	3.84	
MEDIAS	0.92	1.00		0.96

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 29) referente al diámetro de las plántulas a los 30 días después de la siembra, se tiene que el menor diámetro se presenta en la variedad 1 (*Red lady*), en el sustrato 1 (Limo + arena) con un diámetro de 0.94 cm y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) presenta también el mayor diámetro con 1.06 cm a los 30 días después de la siembra, mientras la variedad 2 (*Pasión red*) en el sustrato 1 (Arena + limo), presentó el menor diámetro de planta con un valor de 0.90 cm.

Tabla 30 Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	24.781	12.391	1.05 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	10.27	3.422	0.29 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	2.30	2.297	0.20 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	7.92	7.922	0.67 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.05	0.047	0.004 NS	1.75	2.20
ERROR	6	70.594	11.766			
TOTAL	11	105.64	9.604			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación.

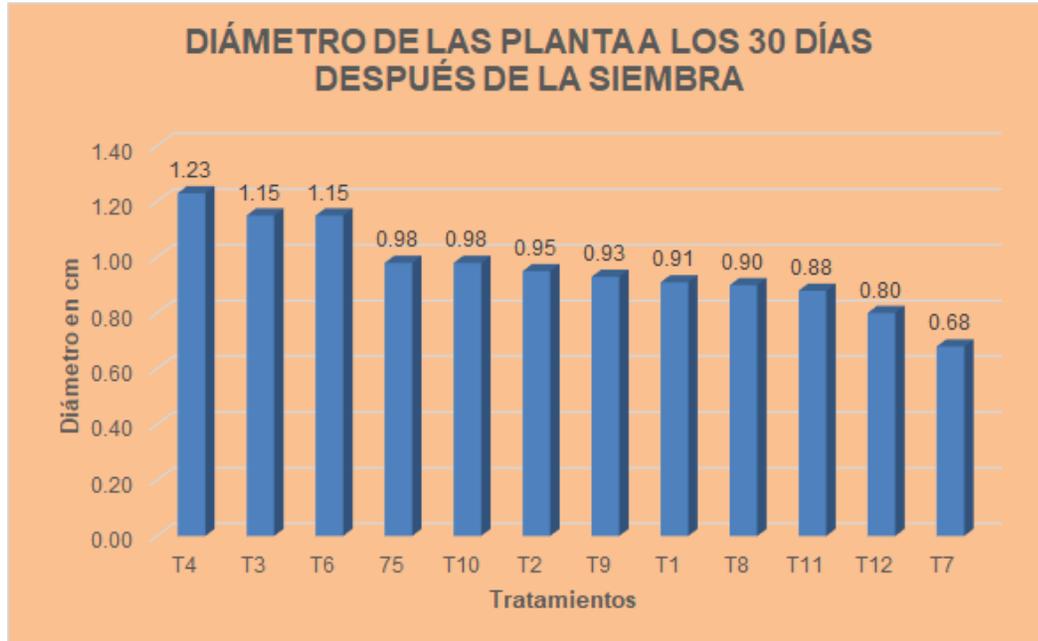
C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.029}}{0.96} \right) * 100 = 17.88 \%$$

El CV = 17.88 % 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.

Gráfica 7 Diámetro de las planta a los 30 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 7, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del diámetro de los plantines a los 30 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor diámetro de la plántula (1.23 cm), y el tratamiento T7 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menos diámetro presentó a los 30 días después de la siembra

(0.68 cm). En forma general la variación del rango esta entre 0,68 a 1.23 cm; dependiendo de las condiciones de temperatura, humedad presente en el invernadero y el manejo agronómico.

PRUEBA DE DUNCAN

No se realizó la prueba de Duncan, ya que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

3.10. DIÁMETRO DEL TALLO 60 DÍAS

Un plantín con un diámetro mayor tendrá raíces más desarrolladas, lo que le permitirá absorber agua y nutrientes más eficientemente en el nuevo suelo, en este sentido se continuo con la medición de esta variable a los 60 días. Estos datos lo presentamos a continuación.

Tabla 31 Comparación de medias para el diámetro del tallo a los 60 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	1.61	1.64	3.25	1.6
V2 = Passión red	1.49	1.65	3.14	1.6
SUMA TIPO SUSTRATO	3.10	3.29	6.39	
MEDIAS	1.55	1.64		1.60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 31) referente al diámetro de las plántulas a los 60 días después de la siembra, se tiene que el menor diámetro se presenta en la variedad 1 (*Red lady*) y la variedad V2 (*Passión red*), en el sustrato 1 (Arena + limo) con un diámetro de 1.49 cm y la variedad 2 (*Passión red*) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol) presenta un valor medio de 1.65 cm de diámetro a los 60 días después de la siembra.

Cardoso Gareca Cristian (2018), en su investigación, obtuvo un promedio de 5.2 milímetros para el sustrato 4 (suelo agrícola + lombricompost), seguidos y el que presentó menor promedio fue el sustrato 3 (suelo agrícola + gallinaza) con un promedio 1.7 milímetros.

Corpozulia (2000), menciona que la edad ideal para establecer en campo las plántulas de papaya es de 40 a 55 días, lo que permite que a esa edad la altura promedio sea de 20 cm y el grosor del tallo de 0.05 cm aproximadamente, lo cual favorece que existan altas posibilidades de éxito de la futura plantación.

Tabla 32 Análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 60 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	61.344	30.672	1.90 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	18.81	6.269	0.39 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	3.26	3.255	0.20 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	10.55	10.547	0.65 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	5.01	5.005	0.31 NS	1.75	2.20
ERROR	6	96.865	16.144			
TOTAL	11	177.02	16.092			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el diámetro de la planta a los 60 días, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación.

C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.040}}{1.6} \right) * 100 = 12.58 \%$$

El CV = 12.58 % 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.

Grafica 8 diámetro de la planta a los 60 días de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 8, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del diámetro de los plantines a los 60 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor diámetro de la plántula (1.95 cm), y el tratamiento T7 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menos diámetro presentó a los 60 días después de la siembra (1.18 cm). En forma general la variación del rango está entre 1.18 a 1.95 cm; dependiendo fundamentalmente de las condiciones de temperatura y humedad presentes en el invernadero y las labores culturales a desarrollar.

PRUEBA DE DUNCAN

No se realizó la prueba de Duncan, ya que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

3.11. LONGITUD DE LA PLÁNTULA A LOS 15 DÍAS

Medir el tamaño de la planta de papaya en invernadero es importante para optimizar la producción y la gestión del cultivo. Permite identificar plantas con mayor potencial de desarrollo, facilita el manejo de brotes laterales y ayuda a evaluar el efecto de factores ambientales o tratamientos aplicados.

Tabla 33 Comparación de medias para la longitud de la planta a los 15 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	4	4	7.51	3.8
V2 = Pasión red	3	3	6.78	3.4
SUMA TIPO SUSTRATO	6.99	7.30	14.29	
MEDIAS	3.49	3.65		3.57

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 33) referente al tamaño de las plántulas a los 15 días después de la siembra, se tiene que la menor longitud de la planta se presenta en la variedad 2 (*Passión red*), en el sustrato 1 y 2 (arena + limo; Limo + tierra vegetal + estiércol) con una altura de 3 cm y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 1 y 2 (arena + limo; Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta la mayor longitud de la planta con 4 cm a los 15 días después de la siembra.

Tabla 34 Análisis de varianza para la longitud de la planta a los 15 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	133.887	66.943	0.49 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	245.38	81.793	0.60 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	156.96	156.963	1.16 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	29.45	29.453	0.22 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	58.96	58.963	0.44 NS	1.75	2.20
ERROR	6	812.320	135.387			
TOTAL	11	1191.59	108.326			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el tamaño de la planta a los 15 días, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación.

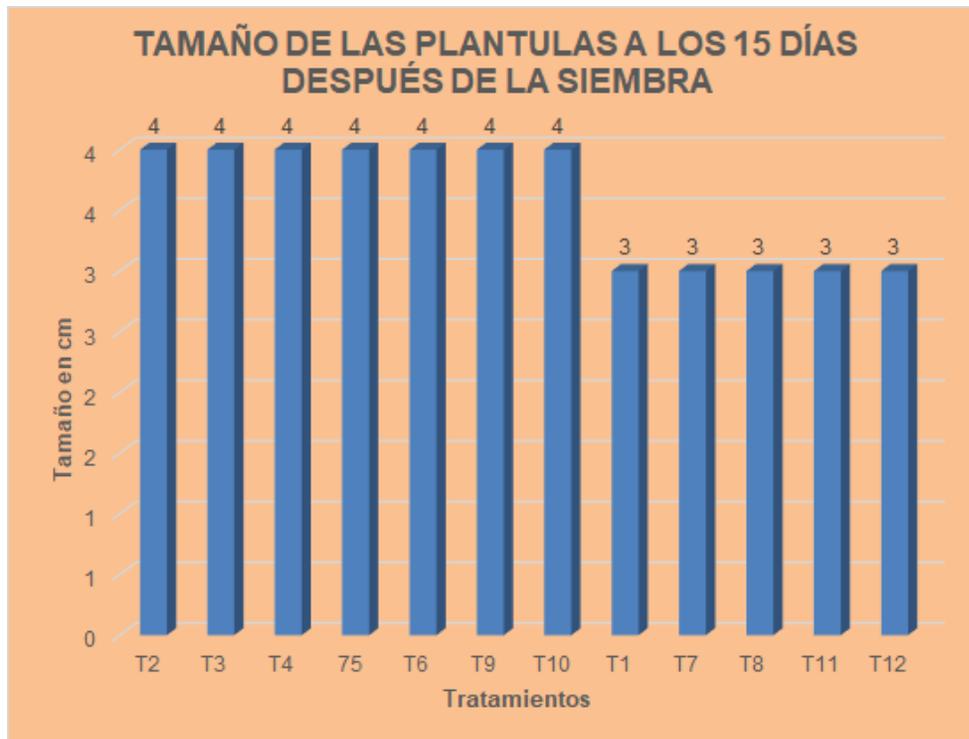
C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{135.387}}{13.57} \right) * 100 = 16,29 \%$$

El CV = 16.29 % 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.

Grafica 9 Tamaño de las plántulas a los 15 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 9, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del tamaño de los plantines a los 15 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T2 = V1S2 (Variedad 2 *Red lady*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor longitud de la plántula (4 cm), y el tratamiento T12 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menor longitud presentó a los 15 días después de la siembra (3 cm). En forma general la variación del rango está entre 3 a 4 cm; dependiendo fundamentalmente de las condiciones de temperatura y manejo.

PRUEBA DE DUNCAN

No se realizó la prueba de Duncan, ya que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos

3.12. LONGITUD DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS

La medición del tamaño de la planta de papaya en invernadero es una herramienta valiosa para optimizar la gestión del cultivo, en ese sentido se continuo con la medición del tamaño de planta a los 30 días después de la siembra.

Tabla 35 Comparación de medias para la longitud de la planta a los 30 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	7.67	10.19	17.86	8.9
V2 = Passión red	7.23	9.60	16.82	8.4
SUMA TIPO SUSTRATO	14.90	19.78	34.68	
MEDIAS	7.45	9.89		8.67

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 35) referente al tamaño de las plántulas a los 30 días después de la siembra, se tiene que la menor longitud de la planta se presenta en la variedad 2 (Passión red) y variedad 1 (Red lady), en el sustrato 1 (Limo + arena) con una altura de 7.23 a 7.67 cm y la variedad 1 (Red lady) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta la mayor longitud de la planta con 10.19 cm a los 30 días después de la siembra.

Tabla 36 Análisis de Varianza para para la longitud de la planta a los 30 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	2.600	1.300	0.37 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	18.70	6.232	1.79 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.81	0.809	0.23 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	17.87	17.873	5.14***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.02	0.015	0.004 NS	1.75	2.20
ERROR	6	20.856	3.476			
TOTAL	11	42.15	3.832			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el tamaño de las plantas a los 30 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias altamente significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($0.37 > 3.15$ y 498) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que no existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% ($1.79 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.23 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($5.14 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.004 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

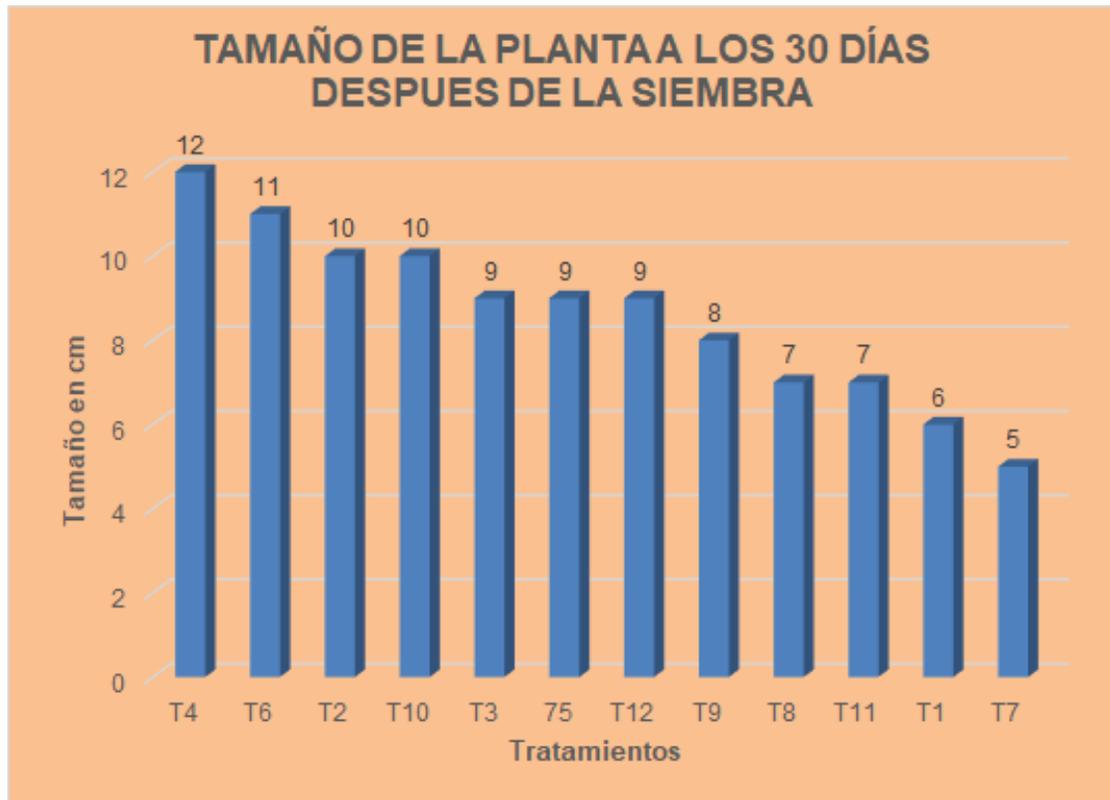
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{3.476}}{8.67} \right) * 100 = 21.51 \%$$

El $CV = 21.51 \%$ 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.

Grafica 10 tamaño de la planta a los 30 días de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 10, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del tamaño de los plantines a los 30 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó la mayor longitud de la plántula (12 cm), y el tratamiento T7 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menor longitud presentó a los 30 días después de la siembra (5 cm). En forma general la variación del rango está entre 5 a 12 cm; dependiendo fundamentalmente del manejo de las plántulas en invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 37 Cálculo de los límites de significancia para la longitud de la planta a los 30 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	1.862	1.930	1.964	1.981	1.988	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990
W = q (1%) x Sd	2.822	2.927	2.987	3.023	3.044	3.057	3.065	3.068	3.069	3.069	3.069	3.069

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Diferencia entre los sustratos para la longitud de la planta a los 30 días de la siembra

SUSTRATO	S1	S2
\bar{X}	7.45	9.89
S2	9.89	2.44**
S1	7.45	0.0

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo) diferente S2 (Limo + tierra vegetal + estiércol).

3.13. LONGITUD DE LA PLÁNTULA A LOS 60 DÍAS

Continuando con la medición de la altura de la planta, se procedió a hacer las medidas a los 60 días después de la siembra, datos que se presentan a continuación.

Tabla 39 Comparación de medias para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	18	27	44.87	22.4
V2 = Passión red	16	28	44.40	22.2
SUMA TIPO SUSTRATO	34.56	54.70	89.26	
MEDIAS	17.28	27.35		22.32

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 39) referente al tamaño de las plántulas a los 60 días después de la siembra, se tiene que la menor longitud de la planta se presenta en la variedad 2 (Passión red), en el sustrato 1 (Limo + arena) con una altura de 16 cm y la variedad 2 (Passión red) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta la mayor longitud de la planta con 28 cm a los 60 días después de la siembra.

Cardoso Gareca Cristian (2018) en su trabajo de investigación, obtuvo un promedio de 22.4 cm y el que presentó menor tamaño fue de 6.5 cm, valores muy por debajo de los valores obtenidos con el estudio en invernadero, las diferencias obtenidas en altura de planta puede atribuirse a las aplicaciones de los diferentes porcentajes de estiércol, a la disponibilidad de nutrientes que contienen los mismos, podemos inferir que el tipo de sustrato influye para obtener mayor incremento de altura del plantín por la composición que presenta los sustratos.

Tabla 40 Análisis de varianza para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	28.092	14.046	0.45 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	313.65	104.551	3.38**	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.16	0.165	0.0053 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	304.06	304.064	9.84***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	9.43	9.425	0.30 NS	1.75	2.20
ERROR	6	185.481	30.914			
TOTAL	11	527.23	47.930			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el tamaño de las plantas a los 60 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias altamente significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($0.45 < 3.15$ y 4.98) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1% ($3.38 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.0053 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($9.84 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.004 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

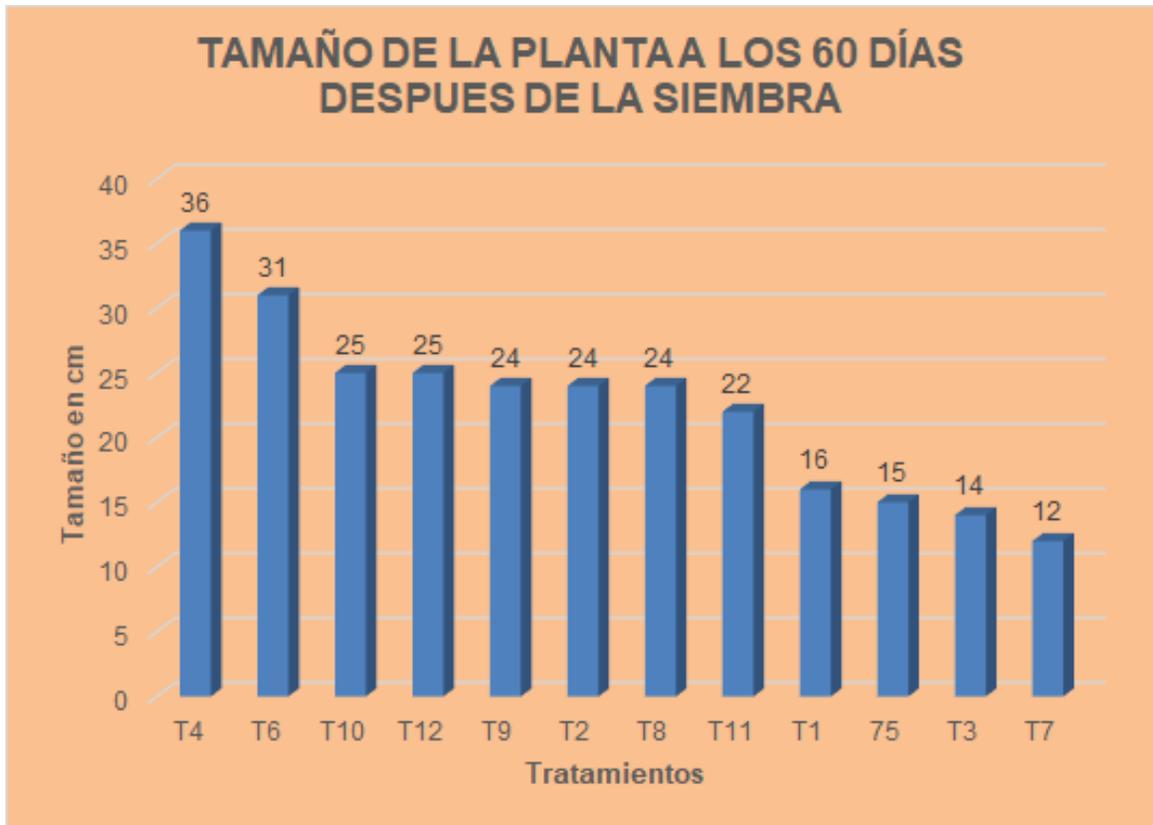
C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{30.914}}{22.32} \right) * 100 = 24.92 \%$$

El CV = 24.92 % 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.

Grafica 11 Tamaño de la planta a los 60 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 11, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del tamaño de los plantines a los 60 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor longitud de la plántula (36 cm), y el tratamiento T7 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menor longitud presentó a los 60 días después de la siembra (12 cm). En forma general la variación del rango está entre 12 a 36 cm; dependiendo fundamentalmente de las condiciones de temperatura y manejo cultural.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 41 Cálculo de los límites de significancia para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$Sd = (\sqrt{CME})/B \times R$	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	5.553	5.756	5.857	5.907	5.929	5.934	5.934	5.934	5.934	5.934	5.934	5.934
W = q (1%) x Sd	8.415	8.730	8.906	9.015	9.076	9.117	9.139	9.150	9.153	9.153	9.153	9.153

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Diferencia entre tratamientos para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	T7	T3	T5	T1	T11	T8	T2	T9	T12	T10	T6	T4
\bar{X}	12.00	14.00	15.00	16.00	22.00	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	31.00	36.00
T4	36	24.00***	22.00***	21.00***	20.00***	14.00***	12.00***	12.00***	11.00***	11.00***	5.00 NS	0.00
T6	31	19.00***	17.00***	16.00***	15.00***	9.00***	7.00***	7.00***	6.00***	6.00***	0.00	
T10	25	13.00***	11.00***	10.00***	9.00***	3.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00		
T12	25	13.00***	11.00***	10.00***	9.00***	3.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00			
T9	24	12.00***	10.00***	9.00***	8.00***	2.00 NS	0.00	0.00				
T2	24	12.00***	10.00***	9.00***	8.00***	2.00 NS	0.00					
T8	24	12.00***	10.00***	9.00***	8.00***	2.00 NS	0.00					
T11	22	10.00***	8.00***	7.00***	6.00***	0.00						
T1	16	4.00 NS	2.00 NS	1.00 NS	0.00							
T5	15	3.00 NS	1.00 NS	0.00								
T3	14	2.00 NS	0.00									
T7	12	0.00										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T4	36	A
T6	31	B
T10	25	C
T12	25	C
T9	24	C
T2	24	C
T8	24	C
T11	22	C
T1	16	D
T5	15	D
T3	14	D
T7	12	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 4 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T4, variedad 2 (Pasión red) en el sustrato 2 (S2 = limo + tierra vegetal + estiércol), presentando la mayor longitud de los plantines 36 cm de longitud, también establecen diferencias significativas con el tratamiento T12, que conforman el segundo grupo “B”, este tratamientos, (variedad 1 = Red lady y el sustrato S1 = Arena + limo) con un valor de 31 cm de longitud, también se presentan diferencias significativas con los tratamientos que forma parte del grupo “C” y “D” respectivamente con un rango de valores de 12 a 25 cm de longitud de las plantas mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 44 Diferencia entre los sustratos para la longitud de la planta a los 60 días de la siembra

TIPO DE SUSTRATO	S2	S1
\bar{X}	7.44	8.48
S1	1.04***	0.0
S2	0.0	

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo + materia vegetal) diferente S2 (Limo + materia vegetal + estiércol).

3.14. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTULA A LOS 15 DÍAS

Medir el número de hojas por planta de papaya en invernadero es importante para monitorear el crecimiento, la salud y la respuesta de la planta a las condiciones ambientales y de manejo. A continuación, se presentan los resultados para los 15 días después de la siembra.

Tabla 45 Comparación de medias para el número de hojas/planta a los 15 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	2	3	4.67	2.3
V2 = Pasión red	2	2	4.07	2.0
SUMA TIPO SUSTRATO	4.22	4.52	8.73	
MEDIAS	2.11	2.26		2.18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 45) referente al número de hojas/planta a los 15 días después de la siembra, se tiene que el menor número de hojas/planta se presenta en la variedad

2 (Pasión red), en el sustrato 1 y 2 (Limo + arena; Limo + tierra vegetal + estiércol) con 2 hojas/planta y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta el mayor número de hojas/planta con 3 hojas a los 15 días después de la siembra.

Tabla 46 Análisis de varianza para el número de hojas/planta a los 15 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	164.667	82.333	0.76 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	191.33	63.778	0.59 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	108.00	108.000	1.00 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	27.00	27.000	0.25 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	56.33	56.333	0.52 NS	1.75	2.20
ERROR	6	646.667	107.778			
TOTAL	11	1002.67	91.152			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de hojas/planta a los 15 días, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que no existen diferencias significativas, para ninguna fuente de variación.

C.V. - Coeficiente de Variación

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

$$CV = \left(\frac{\sqrt{107.778}}{2.18} \right) * 100 = 24.92 \%$$

El CV = 24.92 % 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.

Grafica 12 número de hojas/planta a los 15 días de prendimiento



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 12, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del número de hojas/planta a los 15 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T4 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor número de hojas/planta (3 hojas), y el tratamiento T12 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menor número de hojas/planta presentó a los 15 días después de la siembra (2 hojas). En forma general la variación del rango está entre 2 a 3 hojas/planta; dependiendo fundamentalmente del vigor de la planta, la temperatura y manejo que se le dé en invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

No se realizó la prueba de Duncan, ya que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

3.15. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTULA A LOS 30 DÍAS

Se continuo con el registro del número de hojas/planta, para los 30 días después de la siembra, los datos y análisis se presentan a continuación.

Tabla 47 Comparación de medias para el número de hojas/planta a los 30 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	4	5	9.07	4.5
V2 = Pasión red	4	4	7.68	3.8
SUMA TIPO SUSTRATO	8.30	8.45	16.75	
MEDIAS	4.15	4.23		4.19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 47) referente al número de hojas/planta a los 30 días después de la siembra, se tiene que el menor número de hojas/planta se presenta en la variedad 2 (Pasión red), en el sustrato 1 y 2 (Limo + arena; Limo + tierra vegetal + estiércol) con 4 hojas/planta y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 2 (Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta el mayor número de hojas/planta con 5 hojas a los 30 días después de la siembra.

Tabla 48. Análisis de varianza para el número de hojas/planta a los 30 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	0.395	0.197	0.58 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	1.65	0.551	1.62 NS	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	1.44	1.435	4.25***	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	0.02	0.017	0.05 NS	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.20	0.200	0.59 NS	1.75	2.20
ERROR	6	2.028	0.338			
TOTAL	11	4.08	0.371			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de hojas/plantas a los 30 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias altamente significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($0.58 < 3.15$ y 4.98) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que no existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% ($1.62 < 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es mayor que la F_{tabulado} ($4.25 > 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($0.05 < 2.53$ y 3.65), no existen diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.59 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

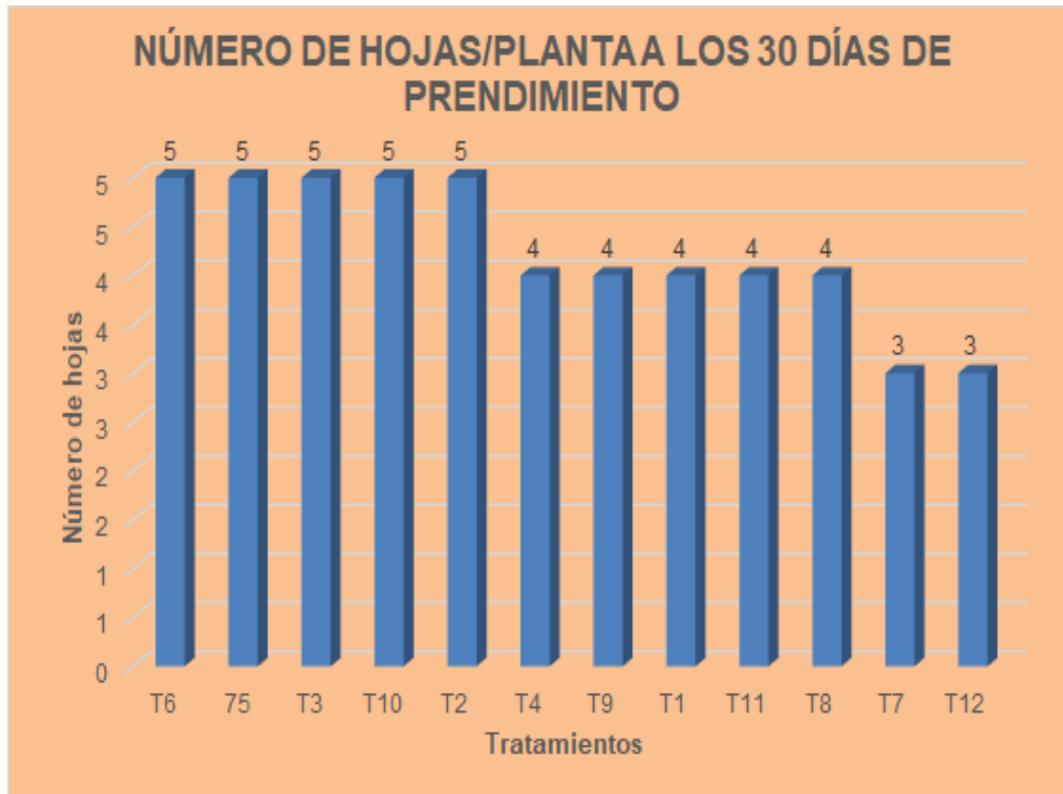
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.338}}{4.19} \right) * 100 = 13.88 \%$$

El $CV = 13.88 \%$ 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.

Grafica 13 numero de hojas/plantas a los 30 días de prendimiento



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 13, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del número de hojas/planta a los 30 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T6 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor número de hojas/planta (5 hojas), y el tratamiento T12 = V1S1 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Arena + limo), fue el que menor número de hojas/planta presentó a los 30 días después de la siembra (3 hojas). En forma general la variación del rango está entre 3 a 5 hojas/planta; dependiendo fundamentalmente del vigor de la planta, la temperatura y manejo que se le dé en invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 49 Cálculo de los límites de significancia para el número de hojas/planta a los 30 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$Sd = (\sqrt{CME})/B \times R$	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.581	0.602	0.612	0.618	0.620	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621	0.621
W = q (1%) x Sd	0.880	0.913	0.931	0.943	0.949	0.953	0.956	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Diferencia entre variedades para el número de hojas/planta a los 30 días de la siembra

VARIEDADES		V2	V1
	\bar{X}	3.80	4.45
V1	4.45	0.65**	0.0
V2	3.80	0.0	

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, para variedades, estas presentan diferencias significativas entre sí, V1 (Red lady) diferente V2 (Pasión red).

3.16. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTULA A LOS 60 DÍAS

A continuación, se presentan los datos y análisis de la variable número de hojas/planta a los 60 días de la siembra, donde la planta está a punto de salir a campo.

Según Semillas del Caribe (2002), señalan la cantidad adecuada de hojas de las plántulas para establecerse en campo debe tener de 5 a 6 hojas por plántula.

Tabla 51 Comparación de medias para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	9	7	16.18	8.1
V2 = Passión red	8	7	15.67	7.8
SUMA TIPO SUSTRATO	16.97	14.88	31.85	
MEDIAS	8.48	7.44		7.96

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 51) referente al número de hojas/planta a los 60 días después de la siembra, se tiene que el menor número de hojas/planta se presenta en la variedad 2 (Passión red), en el sustrato 1 y 2 (Limo + arena; Limo + materia vegetal + estiércol) con 7 hojas/planta y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 1 y 2 (Limo + arena; Limo + tierra vegetal + estiércol), presenta el mayor número de hojas/planta con 8 a 9 hojas a los 60 días después de la siembra.

Tabla 52 Análisis de varianza para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	7.651	3.826	9.32***	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	3.63	1.210	2.95**	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.20	0.200	0.49 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	3.26	3.255	7.93***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	0.18	0.175	0.43 NS	1.75	2.20
ERROR	6	2.464	0.411			
TOTAL	11	13.75	1.250			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el número de hojas/plantas a los 60 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques existen diferencias altamente significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad (9.32 > 3.15 y 498) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento diferente en cada repetición. De igual forma el

ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1 % ($2.95 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.49 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($7.93 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.43 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

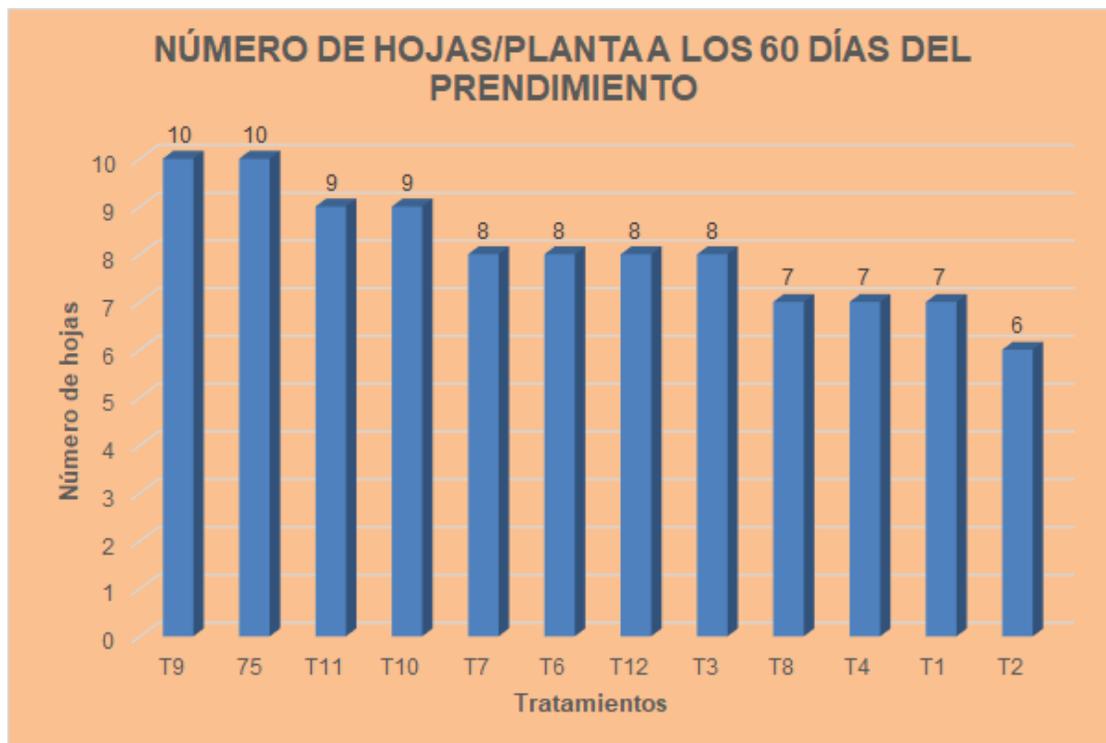
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.411}}{7.96} \right) * 100 = 8.05 \%$$

El $CV = 8.05 \%$ 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.

Grafica 14 número de hojas/planta a los 60 días del prendimiento



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 14, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del número de hojas/planta a los 60 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T9 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor número de hojas/planta (10 hojas), y el tratamiento T2 = V1S2 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 2, (limo + tierra vegetal + estiércol), fue el que menor número de hojas/planta presentó a los 60 días después de la siembra (6 hojas). En forma general la variación del rango esta entre 6 a 10 hojas/planta; dependiendo fundamentalmente del vigor de la planta, la temperatura y manejo que se le dé en invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 53 Cálculo de los límites de significancia para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.905	0.938	0.955	0.963	0.966	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967
W = q (1%) x Sd	1.372	1.423	1.452	1.469	1.479	1.486	1.490	1.491	1.492	1.492	1.492	1.492

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 Diferencia entre tratamientos para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	T2	T1	T4	T8	T3	T12	T6	T7	T10	T11	T5	T9
\bar{X}	6.00	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00
T9	10	4.00***	3.00***	3.00***	3.00***	2.00**	2.00**	2.00**	2.00**	1.00**	1.00**	0.00
T5	10	4.00***	3.00***	3.00***	3.00***	2.00**	2.00**	2.00**	2.00**	1.00**	1.00**	0.00
T11	9	3.00***	2.00**	2.00**	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00	0.00	
T10	9	3.00***	2.00**	2.00**	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00		
T7	8	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00	0.00	0.00	0.00			
T6	8	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00	0.00	0.00				
T12	8	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00	0.00					
T3	8	2.00**	1.00**	1.00**	1.00**	0.00						
T8	7	1.00**	0.00	0.00	0.00							
T4	7	1.00**	0.00	0.00								
T1	7	1.00**	0.00									
T2	6	0.00										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T9	10	A
T5	10	A
T11	9	A
T10	9	A
T7	8	B
T6	8	B
T12	8	B
T3	8	B
T8	7	C
T4	7	C
T1	7	C
T2	6	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 4 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T9, variedad 2 (Pasión red) en el sustrato 2 (S2 = arena + limo + tierra vegetal), T5 y T1, presentando el mayor número de hojas/plantines 9 a 10 hojas, también se establecen diferencias con el tratamientos T7, T6, T12, Y T3, que conforman el segundo grupo “B”, estos tratamientos, con un valor de 8 hojas/planta, también se presentan diferencias significativas con los tratamientos que forma parte del grupo “C” y “D” respectivamente con un rango de valores de 6 a 7 hojas/plantas mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 56 Diferencia entre los sustratos para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

TIPO DE SUSTRATO	S2	S1
	\bar{X}	
	7.44	8.48
S1	8.48	1.04***
S2	7.44	0.0

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo) diferente S2 (Limo + tierra vegetal + estiércol).

Tabla 57 Diferencia entre los bloques para el número de hojas/planta a los 60 días de la siembra

BLOQUES		B1	B2	B3
	\bar{X}	7.00	8.00	9.00
B3	9.00	2.00***	1.00**	0.00
B2	8.00	0.0	0.0	
B1	7.00	0.0		

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, los bloques, presentan diferencias significativas entre ellos, B3 diferente B1 Y B3 con diferencias altamente significativas.

3.17. LONGITUD DE LA RAÍZ

Medir la longitud de la raíz del cultivo de papaya en invernadero es importante para optimizar el desarrollo de la planta y la calidad de la producción. La longitud de la raíz afecta la absorción de agua y nutrientes, la estabilidad de la planta y la resistencia a enfermedades.

Una raíz larga y fuerte proporciona a la planta mayor estabilidad y resistencia a la sequía, especialmente en invernaderos donde la humedad puede ser un factor limitante. A continuación, se presentan los datos para esta variable:

Tabla 58 Comparación de medias para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	27.00	22.67	49.67	24.8
V2 = Pasión red	27.33	21.00	48.33	24.2
SUMA TIPO SUSTRATO	54.33	43.67	98.00	
MEDIAS	27.17	21.83		24.50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 58) referente a la longitud de la raíz a los 60 días después de la siembra, se tiene que el menor tamaño de la raíz se presenta en la variedad 2 (Pasión red), en el sustrato 2 (Limo + materia vegetal + estiércol) con un valor de 21 cm de largo y la variedad 1 (*Red lady*) y variedad 2 (Pasión red) en el sustrato 1 (Arena + Limo), presenta el mayor tamaño de las raíces con 27 a 27.33 cm a los 60 días después de la siembra.

Tabla 59 Análisis de varianza para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	3.500	1.750	0.76 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	89.67	29.889	12.96***	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	1.33	1.333	0.58 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	85.33	85.333	37.01***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	3.00	3.000	1.30 NS	1.75	2.20
ERROR	6	13.833	2.306			
TOTAL	11	107.00	9.727			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el tamaño de las raíces a los 60 días después de la siembra, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($0.76 < 3.15$ y 4.98) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un

comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1 % ($12.96 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.58 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($37.01 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($1.30 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

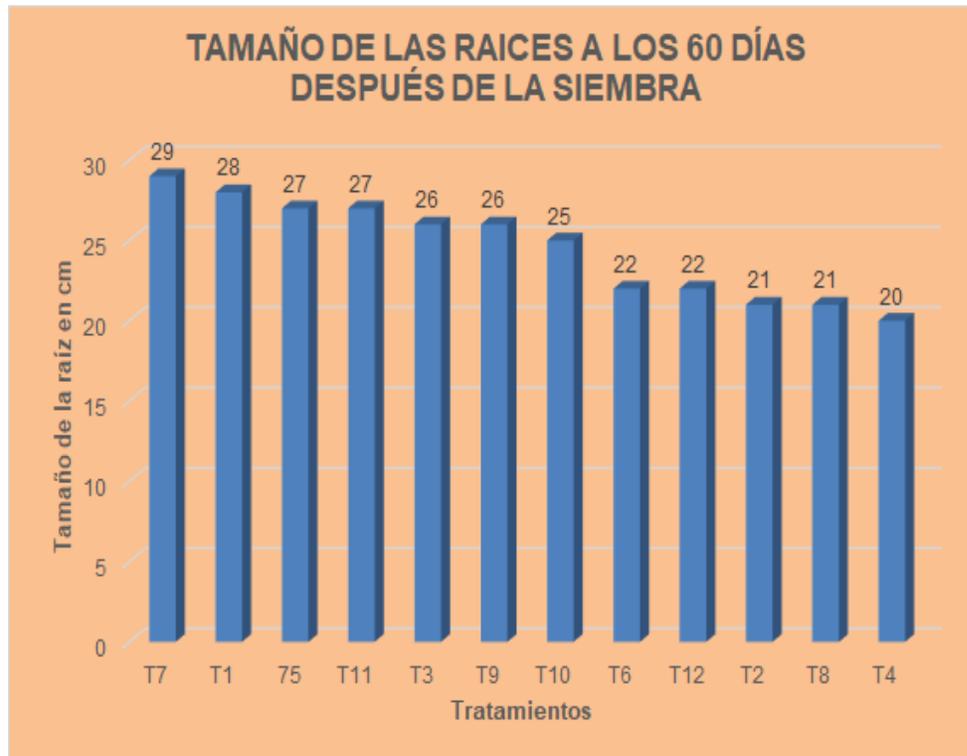
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{2.306}}{24.50} \right) * 100 = 6.20 \%$$

El $CV = 6.20 \%$ 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.

Grafica 15 Tamaño de las raíces s los 60 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 15, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del tamaño de las raíces a los 60 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T7 = V1S1 (Variedad 2 *Red lady*), en el sustrato 1 (Arena + limo), es el que presentó el mayor tamaño de las raíces (29 cm), y el tratamiento T4 = V2S2 (variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2, (limo + materia vegetal + estiércol), fue el que menor tamaño de las raíces presentó a los 60 días después de la siembra (20 cm). En forma general la variación del rango está entre 20 a 29 cm; dependiendo fundamentalmente del tipo de sustrato.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 60 Cálculo de los límites de significancia para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	2.145	2.223	2.262	2.281	2.290	2.292	2.292	2.292	2.292	2.292	2.292	2.292
W = q (1%) x Sd	3.250	3.372	3.440	3.482	3.505	3.521	3.530	3.534	3.535	3.535	3.535	3.535

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61 Diferencia entre tratamientos para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	T4	T8	T2	T12	T6	T10	T9	T3	T11	T5	T1	T7	
\bar{X}	20.00	21.00	21.00	22.00	22.00	25.00	26.00	26.00	27.00	27.00	28.00	29.00	
T7	29	9.00***	8.00***	8.00***	7.00***	7.00***	4.00***	3.00**	3.00**	2.00 NS	2.00 NS	1.00 NS	0.00
T1	28	8.00***	7.00***	7.00***	6.00***	6.00***	3.00	2.00 NS	2.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	
T5	27	7.00***	6.00***	6.00***	5.00***	5.00***	2.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00		
T11	27	7.00***	6.00***	6.00***	5.00***	5.00***	2.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00			
T3	26	6.00***	5.00***	5.00***	4.00***	4.00***	1.00 NS	0.00	0.00				
T9	26	6.00***	5.00***	5.00***	4.00***	4.00***	1.00 NS	0.00					
T10	25	5.00***	4.00***	4.00***	3.00**	3.00**	0.00						
T6	22	2.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00							
T12	22	2.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00								
T2	21	1.00 NS	0.00	0.00									
T8	21	1.00 NS	0.00										
T4	20	0.00											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T7	29	A
T1	28	A
T5	27	A
T11	27	A
T3	26	B
T9	26	B
T10	25	B
T6	22	C
T12	22	C
T2	21	C
T8	21	C
T4	20	C

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 3 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T7, T1 (V1S1), T5 y T11 (V2S1), presentando la mayor longitud de las raíces de 27 a 29 cm de longitud, también establecen diferencias significativas con el tratamientos T3 (V2S1), T9 (V2S2), y T10 (V2S1) que conforman el segundo grupo “B”, con un valor de 25 A 27 cm de longitud de las raíces, también se presentan diferencias significativas con los tratamientos que forma parte del grupo “C” con un rango de valores de 20 a 22 cm de longitud de las raíces mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 63 Diferencia entre los sustratos para la longitud de las raíces a los 60 días de la siembra

TIPO DE SUSTRATO	S2	S1
	\bar{X}	
	21.83	27.17
S1	27.17	5.34***
S2	21.83	0.0

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo + materia vegetal) diferente S2 (Limo + materia vegetal + estiércol).

3.18. VOLUMEN DE LA RAÍZ

Medir el volumen de las raíces en el cultivo de papaya en invernadero es importante para comprender la salud de la planta y optimizar el riego y la nutrición. El volumen radicular influye en la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes, lo que afecta directamente el desarrollo de la planta

Tabla 64 Comparación de medias para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	11	9	20.00	10.0
V2 = Passión red	12	8	20.67	10.3
SUMA TIPO SUSTRATO	23.33	17.33	40.67	
MEDIAS	11.67	8.67		10.17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 64) referente al volumen de las raíces, se tiene que el menor volumen se presenta en la variedad 2 (Passión red), en el sustrato 2 (Limo + materia vegetal + estiércol) con un valor de 8 cm³ y la variedad 2 (Passión red) y variedad 1 (Red lady) en el sustrato 1 (Arena + Limo), presenta el mayor volumen de las raíces con valores de 11 a 12 cm³ después de la siembra.

Tabla 65 Análisis de varianza para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra, 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%
BLOQUES	2	2.667	1.333	3.00 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	30.33	10.111	22.75***	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	0.33	0.333	0.75 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	27.00	27.000	60.75***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	3.00	3.000	6.75***	1.75	2.20
ERROR	6	2.667	0.444			
TOTAL	11	35.67	3.242			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el volumen de las raíces, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($3.0 < 3.15$ y 4.98) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias altamente significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1% ($22.75 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.75 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($60.75 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ ($6.75 > 1.75$ y 2.20) donde existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

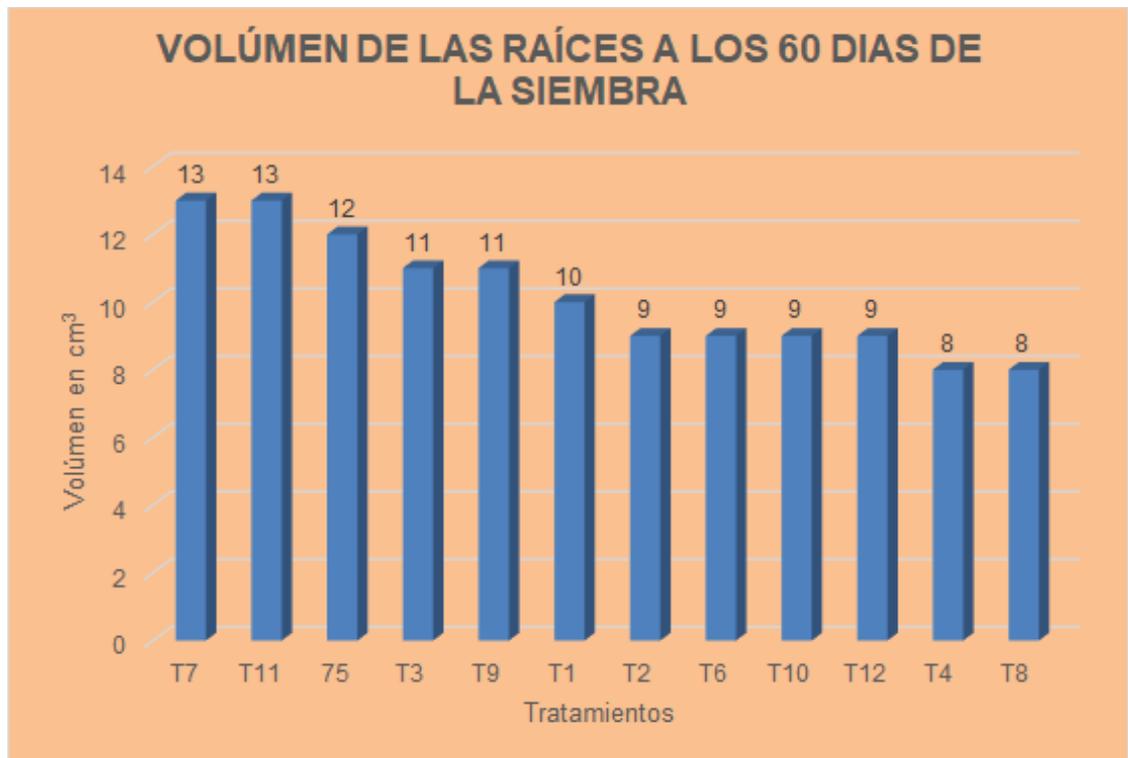
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{0.444}}{10.17} \right) * 100 = 6.56 \%$$

El CV = 6.56 % 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.

Grafica 16 volumen de las raíces a los 60 días de la siembra



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 16, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del volumen de las raíces después de la siembra, en este sentido el tratamiento T7 = V1S1 (Variedad 1 *Red lady*), en el sustrato 1 (Arena + limo), es el que presento el mayor volumen de las raíces (13 cm^3), y el tratamiento T8 = V1S2 (variedad 1 *Red Lady*), en el sustrato 1, (Limo + materia vegetal + estiércol), fue el que menor volumen de las raíces presento después de la siembra (8 cm^3). En forma general la variación del rango esta entre 8 a 13 cm^3 ; dependiendo fundamentalmente del tipo de sustrato y el manejo en invernadero.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 66 Cálculo de los límites de significancia para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	0.942	0.976	0.993	1.002	1.005	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006	1.006
W = q (1%) x Sd	1.427	1.480	1.510	1.529	1.539	1.546	1.550	1.552	1.552	1.552	1.552	1.552

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67 Diferencia entre tratamientos para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO		T8	T4	T12	T10	T6	T2	T1	T9	T3	T5	T11	T7
	\bar{X}	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	11.00	11.00	12.00	13.00	13.00
T7	13	5.00***	5.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	0.00	0.00
T11	13	5.00***	5.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	0.00	
T5	12	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00***	1.00 NS	1.00 NS	0.00		
T3	11	3.00***	4.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	0.00	0.00			
T9	11	4.00***	4.00***	2.00***	2.00***	2.00***	2.00***	1.00 NS	0.00				
T1	10	2.00***	2.00***	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	1.00 NS	0.00					
T2	9	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00	0.00	0.00						
T6	9	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00	0.00							
T10	9	1.00 NS	1.00 NS	0.00	0.00								
T12	9	1.00 NS	1.00 NS	0.00									
T4	8	0.00	0.00										
T8	8	0.00											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T7	13	A
T11	13	A
T5	12	B
T3	11	B
T9	11	B
T1	10	C
T2	9	C
T6	9	C
T10	9	C
T12	9	C
T4	8	D
T8	8	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 4 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo "A" conformado por el tratamiento T7 (V1S1), y T11 (V2S1), presentando el mayor volumen de las raíces de 13 cm³, también establecen diferencias significativas con el tratamientos T3 (V2S1), T5 (V2S1), y T9 (V2S2) que conforman el segundo grupo "B", con un valor de 11 a 12 cm³ de volumen de las raíces, también se presentan diferencias significativas con los tratamientos que forma parte del grupo "C" y "D" con un rango de valores de 8 a 10 cm³ de volumen de las raíces mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 69 Diferencia entre los sustratos para el volumen de las raíces a los 60 días de la siembra

TIPO DE SUSTRATO		S2	S1
	\bar{X}	8.67	11.67
S1	11.67	3.00***	0.0
S2	8.67	0.0	

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo + materia vegetal) diferente S2 (Limo + materia vegetal + estiércol).

3.19. PORCENTAJE DE MORTANDAD

Medir la mortalidad de los plantines de papaya en invernadero es crucial para evaluar la eficiencia del cultivo y detectar problemas de salud o manejo. Este análisis permite identificar factores como enfermedades, deficiencias nutricionales o problemas de riego, lo que ayuda a tomar medidas correctivas y optimizar la producción. A continuación, se presentan los valores registrados en el estudio:

Tabla 70 Comparación de medias para el porcentaje de mortandad de las plantas

FACTOR A (Variedad)	TIPO DE SUSTRATO		SUMA VARIEDAD	MEDIAS
	S1 = Sustrato Arena + limo	S2 = Sustrato mezcla limo + tierra vegetal + estiércol		
V1= Red Lady	5.33	2.00	7.33	3.7
V2 = Passión red	5.33	3.33	8.67	4.3
SUMA TIPO SUSTRATO	10.67	5.33	16.00	
MEDIAS	5.33	2.67		4.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (N° 70) referente al porcentaje de mortandad de las plantas, se tiene que el menor porcentaje de mortandad se presenta en la variedad 2 (Passión red), en el sustrato 2 (Limo + materia vegetal + estiércol) con 3.33% de plantas muertas y la variedad 1 (*Red lady*) en el sustrato 1 y 2 (Arena + limo; y Limo + materia vegetal + estiércol), presenta el mayor porcentaje de mortandad con 5.33 % de plantas muertas, esto es debido a varios factores entre ellos las hormigas y daños físicos, principalmente.

Tabla 71 Análisis de varianza para el porcentaje de mortandad de las plantas, 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%
BLOQUES	2	2.000	1.000	0.43 NS	3.15	4.98
TRATAMIENTOS	3	24.00	8.000	3.43**	1.65	2.03
FACTOR "A"	1	1.33	1.333	0.57 NS	2.37	3.34
FACTOR "B"	1	21.33	21.333	9.14***	2.53	3.65
INTERRACCIÓN "A" x "B"	1	1.33	1.333	0.57 NS	1.75	2.20
ERROR	6	14.000	2.333			
TOTAL	11	40.00	3.636			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para el porcentaje de mortandad de los plantines, aplicado para el factor A (variedades) y factor B (Tipos de sustratos), de acuerdo a los resultados deducimos que entre bloques no existen diferencias significativas, ya que $F_{\text{Calculado}}$ es menor que F_{tabulado} al 5% y 1% de probabilidad ($0.43 < 3.15$ y 4.98) lo que indica que el tamaño de las plántulas de papaya para cada repetición tiene un comportamiento similar. De igual forma el ANOVA, nos muestra que existen diferencias significativas para tratamientos donde $F_{\text{Calculado}}$ es mayor que F_{tabulado} al 5% y 1% ($3.43 > 1.65$ y 2.03), para el factor A (variedades), también no existen diferencias significativas ya que la $F_{\text{calculado}}$ al 1% y 5% es menor que la F_{tabulado} ($0.57 < 2.37$ y 3.34), para el factor B (Tipos de sustratos) $F_{\text{Calculada}} > F_{\text{tabulada}}$ al 1 y 5% de probabilidad ($9.14 > 2.53$ y 3.65), con diferencia significativas para el 5% y el 1%, para la interacción (AB) entre los dos factores la $F_{\text{Calculada}} < F_{\text{tabulada}}$ ($0.57 < 1.75$ y 2.20) donde no existe diferencias significativas al 5% y 1% de probabilidad.

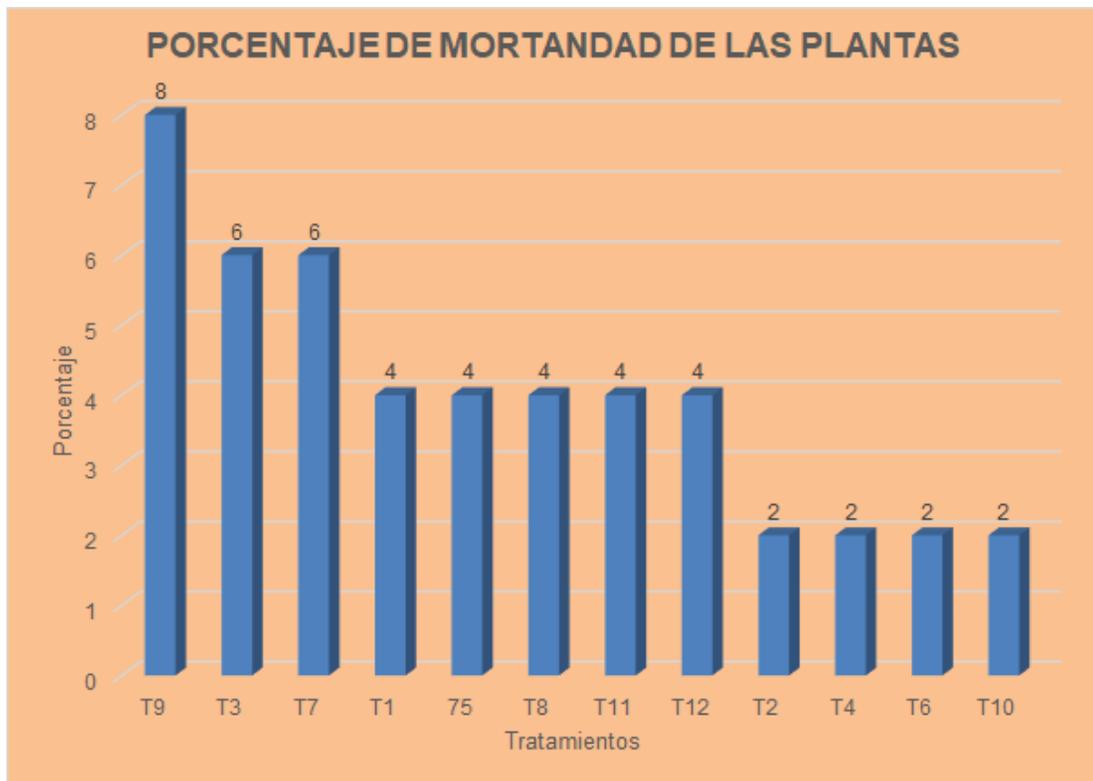
C.V. - Coeficiente de Variación

$$CV = \left(\frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}} \right) * 100$$

$$CV = \left(\frac{\sqrt{2.333}}{4.0} \right) * 100 = 9.55 \%$$

El CV = 9.55 % 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.

Grafica 17 Porcentaje de mortandad de las plantas



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 17, se muestra las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos, tomando en cuenta las medias del porcentaje de mortandad de las plantas, en este sentido el tratamiento T9 = V2S2 (Variedad 2 *Passión red*), en el sustrato 2 (limo + tierra vegetal + estiércol), es el que presentó el mayor porcentaje de mortandad (8 %), y el tratamiento T10 = V2S1 (variedad 1 *Passión re*), en el sustrato 1, (Arena + limo), presentó el que menor porcentaje de mortandad (2 %). En forma general la variación del rango está entre 2 a 8 % de mortandad de las plántulas; dependiendo fundamentalmente de problemas de ataque de plagas y manejo de las plantas.

PRUEBA DE DUNCAN

Aplicando la prueba de Duncan, podemos establecer lo siguiente:

Tabla 72 Cálculo de los límites de significancia para el porcentaje de mortandad de las plantas

Análisis al 5 % y 1 % de probabilidad

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sd = $(\sqrt{CME})/B \times R$	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624	0.624
q (5%)	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
q (1%)	5.243	5.439	5.549	5.617	5.655	5.68	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703
W = q (5%) x Sd	2.158	2.236	2.276	2.295	2.304	2.305	2.305	2.305	2.305	2.305	2.305	2.305
W = q (1%) x Sd	3.270	3.392	3.460	3.503	3.527	3.542	3.551	3.555	3.556	3.556	3.556	3.556

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73 Diferencia entre tratamientos para el porcentaje de mortandad de las plantas

TRATAMIENTO		T10	T6	T4	T2	T12	T11	T8	T5	T1	T7	T3	T9
	\bar{X}	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	8.00
T9	8	6.00***	6.00***	6.00***	6.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00 NS	2.00 NS	0.00
T3	6	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00 NS	0.00	0.00					
T7	6	4.00***	4.00***	4.00***	4.00***	2.00 NS	0.00						
T1	4	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
T5	4	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	0.00	0.00	0.00	0.00				
T8	4	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	0.00	0.00	0.00					
T11	4	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	0.00	0.00						
T12	4	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	2.00 NS	0.00							
T2	2	0.00	0.00	0.00	0.00								
T4	2	0.00	0.00	0.00									
T6	2	0.00	0.00										
T10	2	0.00											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74 Resultado de la PRUEBA DE DUNCAN para el porcentaje de mortandad de las plantas

TRATAMIENTO	PROMEDIO	AGRUPACIÓN
T9	8	A
T3	6	B
T7	6	B
T1	4	C
T5	4	C
T8	4	C
T11	4	C
T12	4	C
T2	2	D
T4	2	D
T6	2	D
T10	2	D

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la prueba MDS, permite agrupar los tratamiento en 3 grupos con diferencias significativas entre ellos, el grupo “A” conformado por el tratamiento T9 (V2S2), presentando el mayor porcentaje de mortandad con un valor 8 %, también establecen diferencias significativas con el tratamientos T3 (V2S1) y T7 (V1S1) que conforman el segundo grupo “B”, con un valor de 6% de mortandad, también se presentan diferencias significativas con los tratamientos que forma parte del grupo “C” y “D” con un rango de valores de 2 a 4 % de mortandad de los plantines mostrando diferencias entre sus valores.

Tabla 75 Diferencia entre los sustratos para el porcentaje de mortandad de las plantas

TIPO DE SUSTRATO	S2	S1
	\bar{X}	
	2.67	5.33
S1	5.33	2.66***
S2	2.67	0.0

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, luego de realizar la prueba MDS, para los tipos de sustrato, presentan diferencias significativas entre ellos, S1 (Arena + limo + materia vegetal) diferente S2 (Limo + materia vegetal + estiércol).

3.20. INCREMENTO DE LA LONGITUD DE LA PLÁNTULA A LOS 60 DÍAS

La elongación de la planta, se mide a través de la longitud de la planta o de partes específicas (ej. tallos, raíces) en diferentes espacios de tiempo en nuestro caso se midió a los 15 a 60 días después de la siembra. El incremento de la longitud de la planta es la diferencia entre estas dos medidas.

Tabla 76 Incremento de la altura de la planta a los 60 días después de la siembra

Tratamientos	Altura de la planta a los 15 días	Altura de la planta a los 60 días	Incremento de la longitud
T4	4.28	35.67	31.40
T6	3.94	30.68	26.75
T12	2.75	24.97	22.22
T10	4.19	25.32	21.13
T8	3.05	23.72	20.67
T9	3.51	23.96	20.45
T2	3.70	23.75	20.05
T11	3.32	22.00	18.68
T1	3.22	16.35	13.14
T5	3.97	14.55	10.59
T3	4.04	14.15	10.11
T7	2.91	12.39	9.48

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 76, establece que el tratamiento T4 (V2S2), es el que presenta el mayor incremento de la planta con un valor de 31.40 cm y el que menor valor presento es el T7 (V1S1) con 9.48 cm de incremento de la longitud de la planta, con diferencias notarias en cada uno de los tratamientos.

Medir el incremento de la longitud de los plantines de papaya en invernadero es importante para evaluar el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que permite tomar decisiones informadas sobre la gestión del cultivo. Este seguimiento ayuda a identificar si las condiciones ambientales y de nutrición fueron óptimas, permitiendo ajustar la fertilización, riego u otros factores que puedan afectar el crecimiento. Además, la medición de la longitud contribuye a la selección de las plantas más robustas para el trasplante, mejorando la eficiencia del cultivo en campo, es importante recalcar que las plantas ideales para llevar a campo deben tener una altura media 20 a 25 cm, lo que permite su mejor adaptación en campo.

3.21. ANALISIS BENEFICIO COSTO

El análisis económico es considerado de importancia, procurando siempre hacerlo lo más objetivo posible, para poder informar a 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 81 muestra el costo total del trabajo de investigación que contempla la infraestructura, obtención de las semillas de papaya (dos variedades) y la estabilización de las camas de propagación asciende a 4645.9 Bs. para un área de 11.56 m².

Se tiene un porcentaje de prendimiento de 96 %, 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 8 Bs/plantín.

Tabla 77 Costos de producción total y por tratamiento

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C.U. (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)	COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO (Bs.)			
					V ₁ S ₁	V ₁ S ₂	V ₂ S ₁	V ₂ S ₂
A. INFRAESTRUCTURA				1200.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Construcción de carpa solar	Global	1.00	1200.0	1200.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Acondicionamiento de platabandas				450.0	75.0	75.0	75.0	75.0
Desmalezado y marcación	Jornales	1.50	100.0	150.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Colocado de locetas	Jornales	2.00	100.0	200.0	33.3	33.3	33.3	33.3
Colocado de grava y Arena	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
B. SISTEMA DE RIEGO				110.0	18.3	18.3	18.3	18.3
Mangueras	m	10.00	7.0	70.0	11.7	11.7	11.7	11.7
Costo del Agua	Mes	4.00	10.0	40.0	6.7	6.7	6.7	6.7
C. INSUMOS				1285.0	364.2	364.2	264.2	264.2
Poliétileno de 15 cm x 25 cm x 60 micrones	kg	2.00	20.0	40.0	6.7	6.7	6.7	6.7
Semillas híbridas de Papaya Var. Red Lady	Sobre	1.00	700.0	700.0	350.0	350.0	0.0	0.0
Semillas híbridas de Papaya Var. Pasión Red	Sobre	1.00	500.0	500.0	0.0	0.0	250.0	250.0
Formol 40 %	Lts	1.50	30.0	45.0	7.5	7.5	7.5	7.5
D. COSTO DEL SUSTRATO				30.5	5.1	5.1	5.1	5.1
Limo 30 %	m ³	0.1188	70.0	8.3	1.4	1.4	1.4	1.4
Abono vegetal	m ³	0.2772	80.0	22.2	3.7	3.7	3.7	3.7
E. PLAGUICIDAS				107.5	17.9	17.9	17.9	17.9
Insecticida	kg	1.00	80.0	80.0	13.3	13.3	13.3	13.3
Fungicida	Lt.	0.25	110.0	27.5	4.6	4.6	4.6	4.6
F. PLANTACIÓN				400.0	66.7	66.7	66.7	66.7
Acondicionamiento de material vegetativo	Jornales	0.50	100.0	50.0	8.3	8.3	8.3	8.3
Cortado y sellado de bolsas	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
Preparación del sustrato	Jornales	0.50	100.0	50.0	8.3	8.3	8.3	8.3
Llenado de bolsas	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
Colocado de las bolsas en las platabandas	Jornales	0.50	100.0	50.0	8.3	8.3	8.3	8.3
Colocado de las estacas en las bolsas	Jornales	0.50	100.0	50.0	8.3	8.3	8.3	8.3
G. LABORES CULTURALES				700.0	116.7	116.7	116.7	116.7
Riego	Jornales	2.00	100.0	200.0	33.3	33.3	33.3	33.3
Deshirbe	Jornales	2.00	100.0	200.0	33.3	33.3	33.3	33.3
Control fitosanitario	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
Desbrote	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
Remosión de bolsas	Jornales	1.00	100.0	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7
IMPREVISTOS 10 %				362.9	60.5	60.5	60.5	60.5
COSTO TOTAL					6145.9	6145.9	5545.9	5545.9

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 77, 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 durazno para un periodo de 4 meses.

Tabla 78 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)
V ₁ S ₁	6145.90	900.00	8.0	6.829	7200.0	1.17
V ₁ S ₂	6145.90	1000.00	8.0	6.146	8000.0	1.30
V ₂ S ₁	5545.90	950.00	8.0	5.838	7600.0	1.37
V ₂ S ₂	5545.90	850.00	8.0	6.525	6800.0	1.23

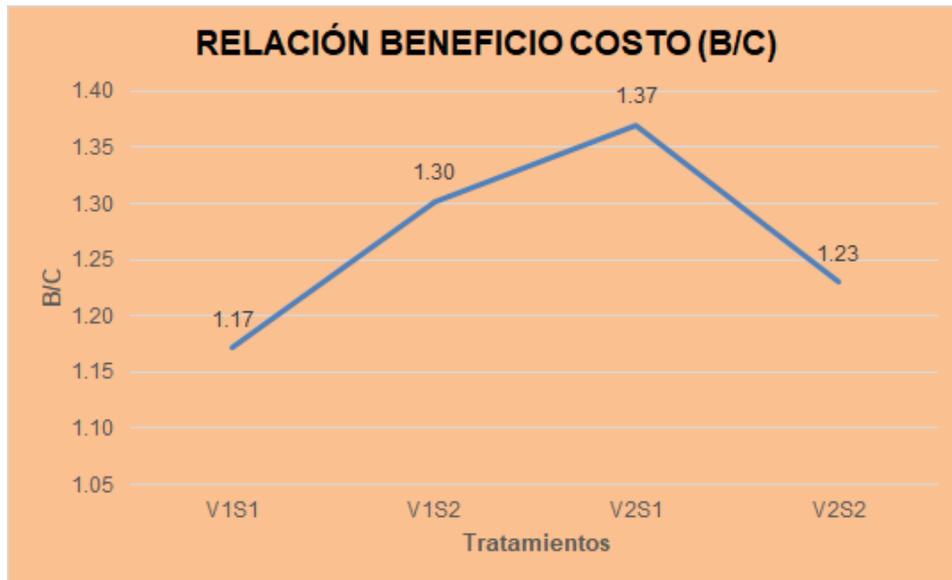
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 78 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 m²) en un mismo periodo de tiempo (4 meses).

Los tratamientos con mayor beneficio, según el cuadro 82, fueron los tratamientos T2 y T8 y T11, con un valor de 1.30 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 0.30 Bs por planta y el T3, T5 y T10, con un valor de 1.37 Bs; lo que equivale a decir que de cada Bs invertido se recupera la inversión de 0.37 Bs por cada planta que se vende a un valor de 8 Bs.

La grafica siguiente (N° 16), muestra el comportamiento de estos valores en forma gráfica donde sobresalen los tratamientos T2, T8, y T11, con un valor B/C de 1.30 y los tratamientos T3, T5, y T10, con un valor B/C de 1,37.

Grafica 18 relación beneficio costo (B/C)



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- El monitoreo de las temperaturas en el invernadero ha permitido que se registre una variación de temperaturas moderadas, con temperaturas máximas registrada de 34.23 °C en el mes de noviembre y la mínima registrada de 19.60 °C en el mes de septiembre esto en el invernadero, lo que permitió dar una temperatura óptima para el desarrollo de las semillas, considerando que el mayor porcentaje de germinación de las semillas de papaya se registran en temperaturas de 30 °C.
- El porcentaje de germinación asegura una emergencia exitosa de plántulas, lo que a su vez puede llevar a mejores plantines, en laboratorio se registró que el porcentaje de germinación para la variedad Red Lady fue de 80 % y para la variedad Passión Red fue de 60 %, tomando aproximadamente 7 días de evaluación, bajo condiciones favorables.
- El Índice de velocidad de germinación (IVG), se registró que la variedad Red Lady presenta un IVG de 3.20 y la variedad Passión Red un índice de 2.90; lo que refleja la interacción de factores productivos como la temperatura, el agua y la disponibilidad de nutrientes, así como la capacidad de la semilla para desarrollarse.
- El vigor está asociado a una serie de características fisiológicas y morfológicas, en la investigación se midió a través del diámetro y el tamaño de las plántulas, el vigor de las plántulas a los 60 días de la siembra, el valor más alto lo presento el tratamiento T6, con 18.45, seguido del tratamiento T4, con un valor de 18.29 y el valor más bajo es registrado por el tratamiento T3 con un valor de 8.03. El tratamiento T4 es el mejor de todos los tratamientos evaluados, ya que las plantas producidas con este sustrato son más vigorosas, por lo cual tienen mayor área foliar, no se presentaron incidencias de enfermedades.
- En cuanto a los días de emergencia el T9 es el que presento más tiempo de emergencia, 11 días después de la siembra) y el tratamiento T2 un menor tiempo de

emergencia 9 días después de la siembra, esta variable está directamente relacionada con el porcentaje de prendimiento donde el tratamiento T4 (V2S2) es el que presentó el mayor porcentaje de prendimiento (97 %), y el tratamiento T9 = V2S2, fue el que menor porcentaje de prendimiento presentó 45 %.

- En cuanto al diámetro de los plantines a los 60 días después de la siembra, el tratamiento T4 = V2S2, es el que presentó el mayor diámetro de la plántula (1.95 cm), y el tratamiento T7 = V1S, fue el que menos diámetro presentó (1.18 cm), considerando que la edad ideal para establecer en campo las plántulas de papaya es de 40 a 55 días, lo que permite que a esa edad el grosor del tallo debe ser de 0.05 cm aproximadamente, lo cual favorece que existan altas posibilidades de éxito de la futura plantación.
- La altura de plantines alcanzado hasta los 60 días, tratamiento 4 (V2S2), presentó el mayor crecimiento en altura 36 cm. y el tratamiento T7 (V1S1) fue el de menor altura de planta con un valor de 12 cm, variable relacionada con el tamaño de las raíces a los 60 días después de la siembra, en este sentido el tratamiento T7 = V1S1 es el que presentó el mayor tamaño de las raíces (29 cm), y el tratamiento T4 = V2S2, fue el que menor tamaño de las raíces con 20 cm.
- El tratamiento con mayor número de hojas a diferencias de los otros, fue el T9 (V2S2) con un promedio de 10 hojas y con menor número de hojas se observó en la variedad V1 (Red lady) con una media de 6 hojas.
- En cuanto al porcentaje de mortandad de las plantas, el tratamiento T9 = V2S2 es el que presentó el mayor porcentaje de mortandad (8 %), y el tratamiento T10 = V2S1 presentó el menor porcentaje de mortandad (2 %).
- En cuanto al sustratos a los 30 y 60 días S2 (Limo + materia vegetal + estiércol), presenta mejores resultados con ambas variedades (Red lady y Passión red) con 97 % de prendimiento, con una altura de planta (30 y 60 días 8.67 cm y 22.32 cm) tamaño de raíz (24.50 cm). diámetro de planta (1.18 cm) y número de hoja (8 unidades).
- El comportamiento de los valores de B/C del análisis económico, sobresalen los tratamientos T2, T8, y T11, con un valor B/C de 1.30 y los tratamientos T3, T5, y

T10, con un valor B/C de 1,37, lo que significa que existe beneficio en la producción de plantines de papaya en invernadero a pesar de los costos elevados de la construcción de la infraestructura.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la introducción de estas dos variedades de papaya Red lady y Passión red dentro de la producción a mayor escala ya que presentan un buen potencial productivo.
- Para la obtención de un mayor porcentaje de semillas germinadas en un tiempo más rápido se recomienda el sustrato 2 a base de limo + materia vegetal + estiércol ya que así las plantas tendrán mayor vigor y resistencia al trasplante a campo definitivo.
- Se recomienda replicar promover trabajos de investigación, pero bajo otras condiciones de fertilidad y profundizar el estudio de bioestimulantes que garanticen una mejor germinación y prendimiento de las plantas de papaya.