

## I. INTRODUCCIÓN

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 *Carica*, 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 departamento productores de papaya son: La Paz (Los Yungas), Cochabamba (Chapare) y Tarija (Bermejo). En el Triángulo 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; la preparación del terreno en la práctica corte y quema (chaqueo); siendo estos dos factores los que provocan una agricultura migratoria y la degradación paulatina de los suelos (CARE, 1995).

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, 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 cacahuate y lombricomposta.

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.

### **1.1 Justificación**

La investigación propuesta busca resaltar el efecto que tiene la aplicación de diferentes sustratos en crecimiento de plántulas de papaya, visualizar la importancia de las características físicas y químicas del mismo y las características que aportan los diferentes tipos de sustratos utilizados al momento del crecimiento ya que en Bermejo hay comunidades que trabajan con este cultivo porque se está convirtiendo de gran importancia económica.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la ciudad de Bermejo se han observado muchos inconvenientes con el tipo de sustrato a utilizar para la producción de este cultivo. Ya que los productores no acostumbran a emplear la fase de vivero y realizan la siembra en forma directa y también que no utilizan semilla de calidad genética. En tal sentido, la importancia de este trabajo es llegar a observar el desarrollo vegetativo en la fase de vivero en sus cuatro diferentes sustratos, ya que en Bermejo hay comunidades que trabajan con este cultivo donde los resultados beneficiarán a los interesados.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1.- Objetivo general**

Evaluar cuatro sustratos para desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya*), a nivel vivero en la comunidad de Candado Chico en el municipio de Bermejo.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Establecer el sustrato más óptimo para el crecimiento y desarrollo de plantines de papaya.
  
- Determinar las características agronómicas que inciden en la fase de vivero para su crecimiento.
  
- Analizar los costos de producción de plántulas con los sustratos empleados en vivero para conocer cuál será el más viable para la producción de plántulas de papaya.

#### 1.4 Hipótesis

- **Hipótesis nula.** Ninguno de los sustratos son adecuados para realizar el cultivo de papaya.
- **Hipótesis alternativa.** Uno de los sustratos deberá ser apto para realizar el cultivo de papaya.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origen e importancia del cultivo de la papaya

El lugar de origen más aceptado para la papaya o fruta bomba, es la América Central y desde aquí se extendió hacia todas las regiones tropicales del planeta donde se cultiva actualmente (Mederos, 1991).

Entre los botánicos existen una controversia en cuanto a su origen, algunos la sitúan en el área del Caribe, otros en el Sur de México y Nicaragua y otros mencionan el Noreste de América del Sur, en el vertiente oriente de los Andes, debido a que en esta última región se localiza la mayor diversidad de especies del género *Carica*. (De los Santos *et. al.*, 2000) Existen unas 45 especies originarias de las regiones tropicales de América y África. Al mismo tiempo, concuerdan que el área exacta de su origen es desconocida, aunque se cree originaria de los Andes del Perú, Sur de México y América Central (Guía Verde, 2000).

La papaya es una planta herbácea de gran tamaño (2 – 10 m de altura), pertenece a la familia de las Caricaceas y género *Carica*, es originario de las regiones tropicales de América. La papaya es muy especial en su manifestación sexual, por lo general es dioica, lo que quiere decir que unas plantas son masculinas y otras son femeninas, pero existen plantas que poseen flores hermafroditas, las que se pueden agrupar en cuatro variantes (flor hermafrodita cornetilla, flor hermafrodita intermedia, flor hermafrodita pentandria y flor hermafrodita elongata) principales en una misma planta. Sin embargo, únicamente las flores hermafroditas elongatas producen frutos de excelente calidad comercial.

Ibáñez (1999), señalan que actualmente el mayor productor mundial es Brasil con 36% del total mundial que alcanzan 4500000 t distribuidas de la siguiente manera:

América del Sur 42%
Asia 33%
América del Norte y Central 15%
África 6%
Oceanía 2%

La papaya es una de las frutas más cultivada en los países tropicales debido a que el papayo es una planta de producción rápida, tasa de retorno alta y pronto período de reembolso. Otro aspecto que ha contribuido a la expansión de este cultivo en los últimos años ha sido el incremento de la demanda motivada por su valor alimenticio en lo que respecta al contenido de vitaminas, el favorable efecto que tiene en la digestión y asimilación de los alimentos y en los usos alternos al consumo fresco, en lo que destaca la obtención de papayina cuyo empleo se generaliza en la clarificación de cervezas y como ablandador de carnes (Fernández, 1998).

## 2.2 Taxonomía de la papaya

Cuadro 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.

## **2.3 Características botánicas**

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, firme 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 largos y ascendentes, 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 perennifolia, 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.

### **2.3.1 La raíz**

La raíz típica o pivotante que profundiza o más de un metro si las condiciones del suelo lo permiten, esto es deseable para que la planta tenga un buen anclaje y soporte bien el peso de los frutos y las condiciones adversas del medio como el viento y las lluvias. Las raíces se desarrollan fuera y dentro de la zona de goteo en donde se encuentra el

mayor porcentaje de raíces finas que cumplan con la función de absorción de agua y nutrición, estas raíces se localizan dentro de los primeros veinte centímetros de profundidad; este conocimiento se debe tener en cuenta al efectuar labores de cultivos tales como la fertilización, riego y control de malezas (Galindo, *et.al.*, 1980).

Las raíces de la papaya son sensibles al agua encharcadas, siendo fatal su inmersión por 48 horas, otra parte, el riego es necesario durante los periodos de sequía prolongada (Samson, 1991).

### **2.3.2 Tallo**

El tallo es erecto, cilindro, con tejido esponjoso hueco en los entrenudos, de 10 a 30 centímetros de diámetros, generalmente no ramifica y cuando o hace emite tan solo unas pocas ramas, las cuales deben de suprimirse para que no resten vigor a la planta; termina en un mechón de hojas de peciolo largas que nacen en forma alterna alrededor de él. Se aprecia la presencia de cicatrices grandes y prominentes que son causadas por la caída de las hojas e inflorescencias (Morín, 1965).

Según Ochse (1995), el tallo es de consistencia herbáceo, algo lignificado en su base y puede alcanzar una altura de 2 a 10 metros, aunque esto depende de la variedad, edad de la planta, condiciones ambientales y de cultivo es de epidermis lisa y de una coloración verde claro en el ápice, presentando en el resto de su longitud un color verde más oscuro o verde grisáceo.

### **2.3.3 Hoja**

Las hojas se encuentran cerca del ápice del tallo, se encuentran arregladas en un espiral y tienen largos peciolo huecos, de color gris, pálido o teñido del purpura de las hojas maduras generalmente se extienden horizontalmente desde el tallo principal hasta



alcanzar una longitud aproximada de entre 45 a 75 centímetros, dependiendo de la variedad (Sanmson, 1991).

#### **2.3.4 La flor**

La papaya inicia su floración después de 4 a 5 meses de haberlo sembrado o bien, de 2 a 3 meses después del trasplante; las flores crecen de las axilas de los peciolos cerca de la base del tallo y la sigue produciendo continuamente a medida que crece, hasta que éste se debilita demasiado (Chandler, 1962).

Los tipos de flor determinan la presencia o ausencia de estambres funcionales, estigma y ovarios. Los tres tipos sexuales básicos, a saber, son: pistiladas, estaminadas y hermafroditas, las formas pistiladas u hermafroditas son los que producen frutos (Jiménez, 1996).

#### **3.3.4.1 Descripción de los tres tipos básicos de flores en papaya**

##### **3.3.4.2 Flor pistilada**

Son flores llamadas hembras, de aproximadamente 5 cm., de forma algo acampanada, cáliz gamosépalo, de 5 pétalos grandes de color blanco cremoso, ligeramente carnoso y curvados, generalmente libres o imperceptiblemente soldados a su base, el ovario es grande, globoso, súpero, posee en su interior gran cantidad de óvulos en placentación parietal. La flor carece de estambres y, si a veces los tiene, son rudimentarios y no funcionan citado por (Valdez, 1988). Esta flor depende del polen de otras flores para ser fecundada. Si un árbol produce solo flores pistiladas se llama ginoica que son plantas estables con un gen recesivo que no se afecta por cambios ambientales.

##### **3.3.4.3 Flor estaminada**

Son flores llamadas masculinas, donde la corola es gamopétala y está formada

por cinco pétalos que a la vez forman un largo tubo fino de color blanco cremoso, los pétalos son alargados y algo gruesos, con 10 estambres más o menos cortos y agrupados en círculo, de anteras amarillo-anaranjado; también presenta un pistilo rudimentario, fisiológicamente estéril, que se extiende hasta cerca de la mitad del tubo de la corola y el cual no tiene estigma (Posadas, 1988).

#### **3.3.4.4 Flor hermafrodita**

También llamadas flores bisexuales o flores completas las cuales son flores alargadas, con pedúnculos cortos, pétalos unidos a la mitad del ovario, posee diez estambres fértiles con filamentos cortos y anteras de una coloración amarillo-anaranjado, localizados en la cara anterior de los pétalos. El ovario es de forma cilíndrica, el estilo más bien corto con un estigma notorio. El 80% de las flores son axilares (Beltrán, 1983).

#### **2.3.5 Frutos**

El fruto es una baya carnosa, quedando en su interior un hueco lleno de semillas, de las cuales puede tener 1000 o más. Tiene una testaepicarpio fina, lisa, algo coriácea y la pulpa mesocarpio y endocarpio blanda de color amarillento o rojizo (Pereira, 1986). El fruto de la papaya es una baya proveniente de un ovario súpero, de pericarpio carnoso y succulento, cuyo color puede variar desde el amarillo hasta rojo. Un fruto contiene gran cantidad de semillas, ellas se desarrollan en 5 hileras adheridas a la pared interior del ovario, son oscuras y esféricas, aproximadamente de 5 mm de diámetro y recubiertas por una masa gelatinosa (Guzmán, 1998).

#### **2.3.6 Semilla**

La semilla es de color negro, esférica aproximadamente de 5mm de diámetro, contiene un embrión pequeño, aplanado lateralmente y rodeado por el endospermo, así como

una cubierta formada como una endotesta dura y muricada y de una sarcotesta translucido que contiene un fluido delgado mucilagoso (Ferwerda, 1987). Las semillas se encuentran en grandes cantidades dentro de los frutos, se desarrollan en hileras adheridas a la pared interior del ovario, con buenas condiciones del almacenamiento se ha podido conservar su viabilidad por dos o tres años. La germinación de dos o tres semanas después de la sembrada si las condiciones de la temperatura y humedad son propicias (Mosqueda, 1973).

#### **2.4 Requerimiento climático**

Este cultivo requiere de una temperatura que oscile de 21 a 31°C, con una precipitación que esté entre 1500 a 2000 mm anuales, con una humedad relativa que vaya de 70 a 85%, que exista abundante luz, suelos con adecuado contenido de materia orgánica profundos, de buena retención de humedad y buen drenaje, con alturas de 400 a 1000 msnm, con lo cual se consiguen altos rendimientos (Ochse JJ. 1995).

La temperatura óptima oscila entre 23-26 °C. Cuando es superior a los 30 °C en forma constante, se producen perturbaciones en la planta. Con temperaturas inferiores a 35 °C se observan quemaduras en los bordes de las hojas de las plantas en vivero y en producción; por debajo de los 12 °C ya hay reducción del crecimiento y si continúa el descenso se incrementan los daños (Mederos, 1991).

Las condiciones que requiere la papaya para un buen desarrollo y un buen fructificado, son la humedad y el calor. Esto no quiere decir que la papaya no pueda cultivarse en zonas subtropicales o menos cálidas en general, pero conforme el cultivo se va alejando de la franja tropical a regiones de estaciones más marcadas va experimentando una serie de trastornos: desarrollo más lento, menor edad productiva, producción total inferior, estación de cosecha limitada a unos pocos meses, mayor tiempo comprendido entre la floración y la maduración (Morton, 1987).

Además, este es un cultivo exigente en luz; las plantas que crecen a la sombra son altas, amarillas y con bajas producciones, al igual que aquellas que crecen con espacio vital inferior a 4 m<sup>2</sup>. El agua es el constituyente principal de la papaya y está presente en el 85 % de sus tejidos. Esta es de vital importancia durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo y fundamentalmente en la fase de vivero y primeros meses después de plantada donde requiere por lo general dos riegos semanales.

## **2.5 Requerimientos edáficos**

El suelo debe tener buena estructura para favorecer el drenaje natural y evitar los encharcamientos que provocan la muerte de las raíces por asfixia; la papaya prefiere suelos arenosos o arcillosos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica (2-3%) y con un pH neutro entre 6 y 7.5 indica que el pH óptimo va de 5.5 a 6.7.

La papaya crece en diferentes tipos de suelo, siempre que estos tengan buen drenaje y estén convenientemente preparados antes de la siembra. La permeabilidad del suelo es uno de los factores más importantes a tener en cuenta al establecer un cultivo de papaya. Cuando drenaje es deficiente, pueden ocurrir producciones radicales amarillento de hojas, reducción de la producción y aún la muerte de la planta (Román, 1996).

## **2.6 Propagación**

Los organismos vegetales se reproducen de dos formas: por propagación o multiplicación asexual y reproducción sexual (Baraona, 2000). La reproducción sexual se lleva a cabo por medio de semillas y en ella hay fusión de células o núcleos sexuales y las plantas resultantes de esa unión muestran una transformación de los caracteres hereditarios presentes en la planta que les dio origen (Álvarez, 1973).

La forma más fácil y económica de propagar la papaya es por medio de semillas, a pesar de las dificultades que se presentan al obtenerse plantas de diferente sexo y que

a veces las plantas resultantes no reproducen exactamente las características de la planta originaria. Si se quiere tener la seguridad de obtener plantas exactamente iguales a la originaria, tanto en sus características como en su sexo, no hay otra solución que proceder a la multiplicación de la planta por medio de esquejes (Ibar 1979).

### **2.6.1 Reproducción sexual de la semilla de papaya**

La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación tanto por métodos sexuales como asexuales. La forma más económica y fácil de propagar la papaya es por semillas. Se obtendrán diferentes resultados, según se empleen semillas procedentes de árboles femeninos fecundados con papayas masculinas o semillas procedentes de árboles femeninos y hermafroditas (Ronse y Smets, 1999).

Otra vía de propagación es mediante esquejes obtenidos de las ramificaciones del árbol de forma artificial ya que la papaya no se ramifica hasta cuando tienen tres o cuatro años. Los árboles viejos sufrirán la operación de desmoche o eliminación de la cabeza o cogollo del árbol, lo cual provocará así la producción de ramas o cogollos laterales (Agronegocios, 2005).

Las plantas de papaya casi siempre se siembran por semilla, debido a que, aunque puedan propagarse vegetativamente, rara vez se hace en plantaciones comerciales, debido a que el costo no se justifica por la vida económica corta de la plantación (Conabio, 2007).

El poder germinativo de las semillas del papayo suele ser corto, por lo que se hace la siembra lo más cerca posible a la época de recolección. Esta siembra puede ser directa sobre el terreno o previa en semillero. La siembra en semillero se hace empleando macetas de turba y plástico negro de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad. La tierra del semillero debe mantenerse húmeda, cuando las plantas miden de 10 a 15 cm

(unos dos meses después de la siembra) se trasplantan en el terreno de cultivo (Anónimo, 2007).

La forma típica para su propagación, por su eficiencia, ha sido la reproducción sexual (por semillas). La propagación vegetativa por medio de estacas o injertos no brinda los efectos deseados, las primeras son de lento desarrollo y las segundas degeneran y no mantienen las características. Para obtener semillas de calidad los frutos deben provenir del cruzamiento entre plantas hermafroditas, de esta manera se puede lograr un 66% de plantas hermafroditas y 33% de plantas femeninas, con esta selección existe la certeza de no aparición de plantas masculinas no productivas (Otero, 2003).

## **2.7 Germinación de la semilla**

La germinación como el conjunto de procesos metabólicos y morfo genéticos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. La germinación de una semilla es pues, uno de los procesos más vulnerables por los que atraviesa el ciclo vital de una planta ya que de ella depende el desarrollo de la nueva generación. Como la misión de la semilla es producir una nueva planta, puede parecer un contrasentido la existencia de la dormición (Matilla, 2003).

Sin embargo, este proceso fisiológico confiere a las semillas unas ventajas adaptativas de gran importancia eco fisiológico, ya que permite una adecuada distribución espacial y temporal de la germinación, asegurando que las condiciones medioambientales sean las más adecuadas para que ésta se complete con éxito.

La germinación puede ser definida como la emergencia y desarrollo, a partir del embrión, de todas aquellas estructuras esenciales que son indicativas de la habilidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Por lo tanto, cuando se evalúa la germinación esta es considerada como la emergencia y desarrollo

de la plántula a un estado tal que el aspecto de sus estructuras esenciales indica si la plántula es o no capaz de desarrollarse en una planta (ISTA, 2006).

Las semillas germinan a las 2 ó 3 semanas de sembradas. El porcentaje de germinación es de 50 a 60 % en plantas silvestres con tratamiento previo y en el caso de plantas cultivadas el porcentaje es mayor a 80 %. En un estudio realizado, se encontró que las semillas pueden almacenarse por 3 años a temperatura ambiente (Conabio, 2007).

La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa, 2) inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimenticias en zonas en desarrollo del embrión y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula. En la mayoría de las semillas, el agua penetra inicialmente por el micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula (Vázquez *et al.*, 1997).

De acuerdo con las normas internacionales de la ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas) En un ensayo de laboratorio se entiende por germinación la emergencia y desarrollo a partir del embrión de todas aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla que se está ensayando indican la capacidad para desarrollarse en una planta normal, bajo condiciones favorables en el suelo". Sin embargo, hay autores que piensan que es suficiente la aparición de la radícula para considerar la semilla como germinada (Cardwell, 1984).

Las semillas con alto contenido de humedad, tienden a germinar casi de inmediato cuando las condiciones de humedad son adecuadas. Con frecuencia, en pocos días la radícula emerge entre las cubiertas de la semilla y en pocas semanas concluye la total germinación de las semillas viables, ya que el único factor que determina la germinación es la disponibilidad de agua (Vázquez *et al.*, 1997).

### **2.7.1 Factores que influyen durante la germinación**

Las principales causas que afectan a la germinación son: La cubierta de la semilla, (sarcotesta), semillas fisiológicamente inmaduras, embriones en descanso, embriones rudimentarios y sustancias inhibidoras. Probablemente la sarcotesta impide el movimiento molecular de afuera hacia adentro de las semillas y viceversa, y no permite que si existe algún inhibidor natural en los tegumentos, puede ser lavado bajo condiciones del suelo, evitando o determinándose la germinación, hasta el momento en que la mencionada sarcotesta se halle en estado de descomposición (Lange, 1961).

Mosqueda (1968), demostró que cuando se lavaron a las semillas se lo elimino la sarcotesta, y se secaron al sol y al aire se obtuvo un mayor porcentaje y velocidad de germinación ya que esta se inició a los 13 días después de la siembra y termino a los 18 días lográndose reducir de 18 a 15 días el periodo de germinación.

### **2.8 Ensayo para evaluar una germinación**

El ensayo de poder germinativo proporciona información sobre el valor de las semillas en relación a su comportamiento a campo en condiciones agroclimáticas favorables, y permite la comparación de la máxima capacidad de siembra de diferentes lotes. La Asociación Internacional de Ensayos de Semilla establece para cada especie las condiciones óptimas de geminación, considerando como variables: sustrato, humedad y aireación, temperatura, luminosidad y tratamientos para romper la dormición.

El ensayo de poder germinativo proporciona información sobre el valor de las semillas en relación a su comportamiento a campo en condiciones agroclimáticas favorables, y permite la comparación de la máxima capacidad de siembra de diferentes lotes (Peretti, 1994).



### **2.8.1 Dormancia**

Se puede definir letargo o dormancia en la semilla como “la falla de la semilla viva para germinar dentro de un rango de condiciones que son favorables para dicha semilla” (Cardwell, 1984).

### **2.8.2 Viabilidad**

La semilla debe ser viable, el embrión debe estar vivo y en condiciones de germinar. La viabilidad puede verse afectada por condiciones de la semilla antes del almacenamiento, tales como: madurez de la semilla, condiciones del campo de cultivo, golpes, malezas, enfermedades, insectos y otros factores (Montes 1997).

## **2.9 Tratamientos que se utilizan para la germinación**

Según Baraona y Sancho (1991), las semillas de papaya se extraen del fruto separando las de los extremos y se lavan frotándolas sobre un cedazo para eliminar el arilo (mucílago) que las recubre, se secan a la sombra y se almacenan en un recipiente hasta el momento de la siembra. La siembra se puede realizar en eras y luego trasplantar a bolsas o sembrar directamente unas tres semillas por cada bolsa, se cubren las semillas con 1 cm de suelo y germinan entre los 15 y 22 días, si el riego no les ha fallado.

Ibar (1979), recomienda hacer la siembra lo más cerca posible a la época de recolección debido a que el poder germinativo de las semillas suele ser corto y para facilitar la germinación.

Según Samson (1991), la cubierta gelatinosa se elimina frotando capas delgadas de semillas contra un trozo de tela o de plástico. La semilla se lava y se seca sobre un papel, a la sombra. Estas semillas pueden almacenarse en un recipiente hermético hasta por tres años. En otras especies con frutas y semillas similares a la papaya se han

utilizado diversos tratamientos que facilitan la germinación de las semillas; por ejemplo, Echeverría (1997).

### **2.9.1 Tratamientos pre-germinativos**

Según Arnold (1996), los tratamientos pre-germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas, los métodos pre-germinativos más comunes son los siguientes:

#### **2.9.1.1 Estratificación**

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor. La estratificación fría es aquella donde se mantienen las semillas a temperaturas bajas 4 a 10 °C, asemejando a las condiciones de invierno, por un período que oscila entre 20 y 60 días, llegando inclusive hasta 120 días (Ordoñez, 1987).

#### **2.9.1.2 Escarificación**

La escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua.

#### **2.9.1.3 Mecánica**

Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava. En el caso de tratar grandes cantidades de semillas, se puede utilizar una

hormigonera con grava o arena en su interior, o bien en un tambor forrado en su interior con material abrasivo (ej.: lija, cemento) o dotados de discos abrasivos giratorios. Se han obtenido resultados óptimos con este tratamiento en semillas, a las que se les ha eliminado el arilo mediante frotación con arena logrando un 81% de germinación (Camelio, 1996).

#### **2.9.1.4 Química**

La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos) a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. El tiempo de tratamiento varía según la especie. Al final del período de tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con abundante agua para quitarles el restante.

#### **2.9.1.5 Lixiviación**

Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (Patiño *et al.*, 1983).

### **2.9.2 Tratamientos físicos**

#### **2.9.2.1 Agua**

Según Mandujano (1993), señala que las semillas de papaya deben ser previamente remojadas en agua (12 o 24 hrs) antes de su siembra, con la finalidad de que se

embeban de agua, se ablande la endotesta, se rompa la latencia de las semillas se inicie el proceso de germinación.

### **2.9.2.2 Temperatura**

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 alternas favorecen la germinación de un gran número de especies (Bewley y Black, 1982).

## **2.10 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 Terés, 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 una función de la densidad (peso relativo) y de la rigidez del sustrato.

### **2.10.1 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. Terés (2001) realiza una clasificación basado en base a los componentes orgánicos e inorgánicos de la forma siguiente:

#### **2.10.1.2 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-formaldehído, 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).

#### **2.10.1.3 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).

## **2.11 Tipos de sustratos**

### **2.11.1 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.

### **2.11.2 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 variable (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.

### **2.11.3 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 Californiana 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)

#### **2.11.4 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.

#### **2.11.5 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 bioló-



gica 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 (1 a 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).

#### **2.11.6 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).

## **2.12 Generalidades de los viveros**

El vivero forestal constituye, en los planes de reforestación un eslabón importante, pues en él se cultivan las especies de las futuras plantaciones y es por ello que se le debe prestar atención con el objetivo de obtener una planta de buena calidad (AGRINFOR, 2003), siendo la función principal del vivero.

El objetivo general de todo programa de producción silvícola es generar plantas de alta calidad, al menor costo posible, lo anterior implica producir en el vivero, en la forma más eficiente, plántulas que posean las mayores tasas de supervivencia y de crecimiento inicial para un sitio determinado (Quiroz et al, 2009)

### **2.12.1 Clasificación de los viveros**

Una de las formas de clasificar a los viveros se refiere a la duración o temporalidad de los mismos, separándose en permanente o temporal. Los viveros permanentes se proyectan con la intención que tenga una duración ilimitada, es una característica de un vivero comercial, como tal puede ofrecer una gran variedad de especies. En cambio, un vivero temporal se establece para abastecer de planta exclusivamente a un área de reforestación, el tamaño es determinado de acuerdo al área a reforestar y una vez

terminado el proyecto, se abandona el vivero. Generalmente en los viveros temporales se producen pocas especies de plantas.

Otra forma de clasificar los viveros es en función del sistema o tecnología utilizada para la producción de plántulas: En envase, a raíz desnuda o mixta. En Guatemala y en Alta Verapaz, el sistema más común es la producción en envase, ya sea en bolsas de polietileno o en bandejas, pero la mayoría de viveros en la región Alta Verapaz utilizan las bolsas de polietileno, salvo los viveros de tamaño comercial utilizan bandejas.

Como requerimientos mínimos, cada vivero debe tener suficiente área, un clima y un suelo apropiado, facilidades de transportación, disponibilidad de agua, disponibilidad de fuerza de trabajo, la topografía. Se debe considerar la localización, tamaño y forma.

### **2.13 Indicadores de calidad de las plántulas**

La clasificación de calidad de planta se realiza en base a variables morfológicas y fisiológicas; entre las primeras se incluyen: la altura de la planta, el diámetro del tallo o de collar, tamaño, forma y volumen del sistema radical, la relación altura/diámetro de collar, la relación tallo/raíz, la presencia de yema terminal y micorrizas, el color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, follaje y raíz. En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces para que una planta tenga la calidad necesaria debe poseer ciertas características, sobretodo, pensando en la sobrevivencia y adaptabilidad una vez establecida a campo definitivo. (Quiroz al, 2009)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y Ubicación**

Bermejo se encuentra localizado en la segunda sección de la Provincia Arce del departamento de Tarija a una distancia de 195 km de la ciudad capital. Geográficamente está entre las coordenadas 22° 35' 24" de Latitud Sur y 64° 26' 09" de Longitud Oeste 64° 14' 16"; al Norte limita con la serranía San Telmo y Colonia Ismael Montes, al Este con el río Tarija y República Argentina, al Oeste con el río Bermejo y República Argentina, y al Sur con las Juntas de San Antonio y República Argentina ( Plan de Desarrollo Municipal - PDM, 2009). (Anexo N° 1)

#### **3.2 Características climatológicas**

El Triángulo de Bermejo tiene un clima sub tropical semi-húmedo, con temperaturas máximas y mínimas extremas que llegan a 47° C y -4° C respectivamente, siendo la media anual 22° C. La precipitación pluvial es de 1000 a 1500 mm al año y la humedad relativa es de 70 a 80% (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares de Navegación Aérea – AASANA, 2007). El municipio de Bermejo está a una altura comprendida entre los 415 a 550 msnm (Zonificación Agro ecológica y establecimiento de una base de datos y Red de Sistemas de Información Geográfica de Bolivia ZONIZIG, 2001).

#### **3.3 Materiales**

##### **3.3.1 Material de campo:**

- libreta de campo.
- Semillas.

- Sustratos.
- Vasos de plástico como recipientes.
- Regadera.
- Vernier y regla.
- Cámara fotográfica.
- Mochila fumigadora
- Herramientas: picota, pala, rastrillo, azadón, palitas para embolsa

### 3.3.2 Material de escritorio:

<p>Computadora.</p> <p>Libros.</p> <p>Calculadora.</p> <p>Internet.</p>
---

### 3.3.3 Material vegetal

Semillas de Papaya (*Carica papaya*) de variedad Red Lady, empieza a dar frutos a partir de los 60 y 80 cm. de la superficie del suelo.

Peso del fruto: 1.5 Kg.  $\pm$  2 Kg. Pulpa roja y 13% contenido de azúcar.

Madurez: 8-9 meses.

Presentación: Sobre de 10 gr. y lata de 50 gr

Beneficios: Dulce y aromática, Planta con excelente cargue Resistencias y/o tolerancias

Papaya Ring Sport virus Mancha Anular del papayo.

### 3.4 Preparación del vivero

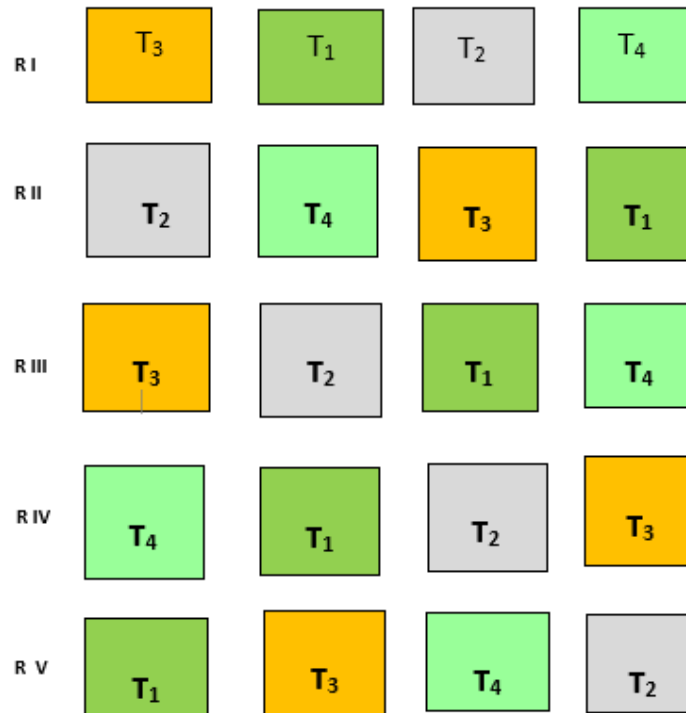
Para la selección del terreno del vivero se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Ubicación en una superficie plana
- Protección de factores ambientales perjudiciales con vientos, lluvias, etc.
- Agua disponible para garantizar el eficaz sistema de riego

### 3.5 Metodología

#### 3.5.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental Bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.



#### 3.5.1.2 Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 20 plántulas, haciendo un total de 100 individuos por tratamiento. En total, el experimento requirió 400 semillas.

#### 3.5.1.3 Manejo de experimento

El presente estudio, se realizó durante la segunda quincena de agosto, septiembre, octubre y noviembre del año 2018. Contando desde el armado del vivero, siembra de la semilla, hasta el final del desarrollo vegetativo en fase de vivero

### 3.6 Tratamientos

Los respectivos medios de cultivos están basados en los siguientes porcentajes de la composición de los sustratos de acuerdo a los siguientes criterios:

Sustratos	Descripción
<b>Tratamiento 1</b>	Suelo agrícola + estiércol de vaca (1 : 1)
<b>Tratamiento 2</b>	Suelo agrícola + estiércol caprino (1 : 1)
<b>Tratamiento 3</b>	Suelo agrícola + estiércol de gallina (1 : 1)
<b>Tratamiento 4</b>	Suelo agrícola + lombricompost (1 : 1)

### 3.7 Preparación del sustrato

Dentro de las actividades que se realizó en el presente trabajo de investigación, primeramente, se procedió a la búsqueda y acopio del material para los sustratos.

#### 3.7.1 Esterilización de los sustratos

Con la finalidad de contar con un sustrato libre de patógenos e insectos, se realizó la desinfección con formol al 40%. El mismo que se lo aplico previo al llenado de las bolsas, se utilizó una dosis de 0.5 litros de formol/20 lts de agua..

#### 3.7.2 Embolsado del Sustrato

Una vez preparada la mezcla adecuada de sustrato bolsas y se procede al llenado de bolsas de nylon de capacidad de 1kg. En las bolsas se debe dejar por lo menos un

centímetro de espacio libre. Si la bolsa está completamente rellena de sustrato, el agua no penetra hacia el fondo de la misma, perdiéndose por escurrimiento y por lo tanto el riego es ineficiente. El llenado de bolsas se realizó de manera cuidadosa, evitando dejar bolsones de aire o espacios libres en el interior de las bolsas. Los bolsones de aire tienen efectos negativos en el desarrollo de las raíces y por lo tanto en los plantines.

### **3.8 Siembra**

La profundidad de siembra está en función al tamaño de la semilla; por lo que se enterró a una profundidad aproximada a tres veces el tamaño de la semilla.

### **3.9 Labores culturales**

- **Riego:** Los riegos se realizaron una vez al día en horas de la mañana, con una regadera de 10 litros de agua para mantener la humedad adecuada y de ese modo poder asegurar la germinación de la semilla, en el vivero se utilizó de forma tradicional haciendo el uso de regadera para mantener la humedad adecuada del sustrato de ese modo poder asegurar la germinación.
- **Control de maleza:** Se lo realizó de forma manual, antes que empiece la competencia con las plantines de papaya en esta labor del desmalezado se llevaron a cabo un total de 4 desmalezados en todo el periodo que abarco el trabajo, el más común fue cebollín (*Cyperus rotundus*), y también la *grama* (*Cynodon dactylon*).

### **3.10 Control de plagas y enfermedades**

Si se llegara a presentar una enfermedad o plaga se deberá actuar de manera inmediata para que no causen daño a las plántulas.



### 3.11 Variables analizadas

- **Porcentaje de germinación:** Para determinar el porcentaje de germinación se registró el número de total de semillas sembradas en cada unidad experimental y se tomó en cuenta el número de semillas germinadas, desde el día después de la siembra hasta un máximo de 20 días.
- **Altura de Plantin:** Para esta variable se midió desde el cuello de la raíz hasta la parte basal de la primera hoja esto se hizo cada 15 días este control consistió en medir el tallo con una regla
- **Número de hojas por planta:** Al finalizar el periodo de estudio, se contabilizó el par de hojas de las plántulas.
- **Diámetro de tallo por planta:** Se obtuvo con una escala vernier con precisión hasta décimas de mm, medido en el cuello de la raíz.
- **Costos de producción de plantines:** Para esto se realizó un registro de hoja de costo.
- **Incidencia de enfermedades:** Durante el proceso de desarrollo de plantines, se hizo el seguimiento continuo a la presencia de plagas y enfermedades.
- **Pérdida de plantas:** Esto se puede deber a que no hayan germinado algunas semillas o por enfermedades.

### **3.12 Tabulación y análisis de datos**

Con los datos obtenidos se realizará la tabulación de datos mediante la ANOVA análisis de varianza, posteriormente se efectuará la prueba de Tukey al 1 y 5% para determinar donde hay diferencia entre los tratamientos.

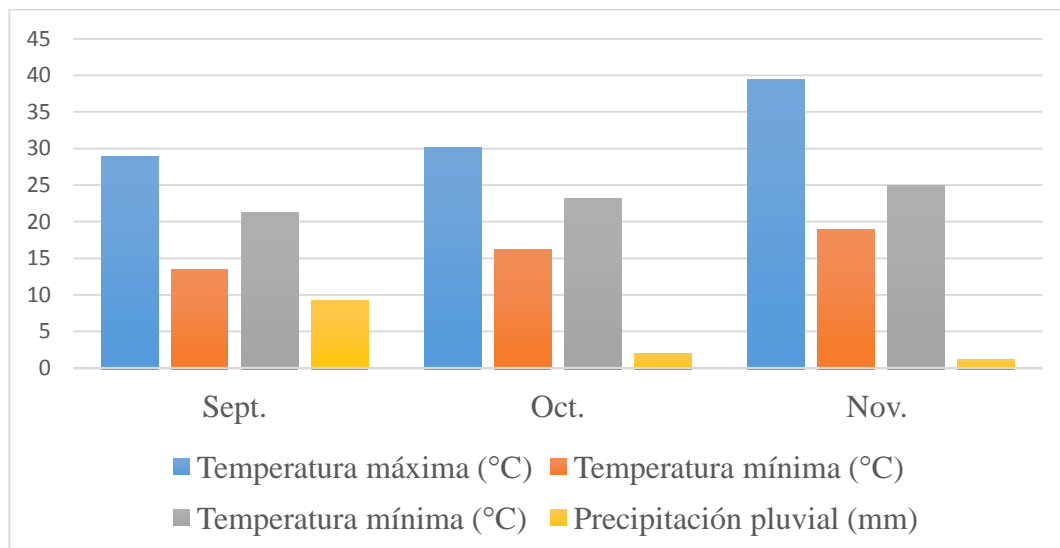
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Características climatológicas

Durante los tres meses de estudio en vivero, se registraron una variación de temperaturas moderadas, como se puede observar en el cuadro N°2, la temperatura máxima registrada fue de 32.8 °C en el mes de noviembre y la mínima registrada fue de 16.2 °C en el mes de septiembre.

#### Cuadro N°2.

##### Datos climatológicos, (temperatura).



Fuente: Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares de Navegación Aérea (AASANA, 2018)

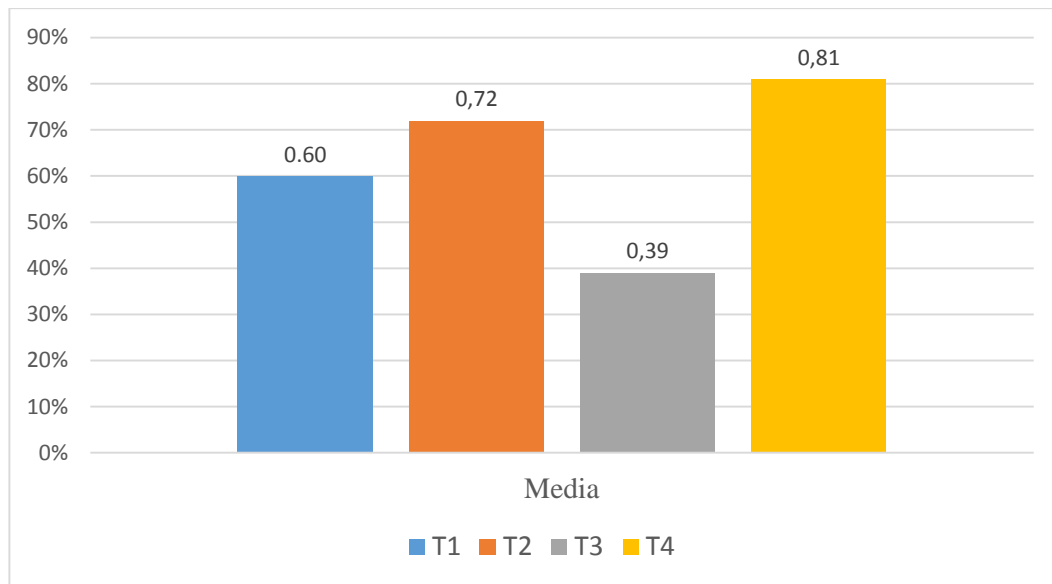
Gil y Miranda, (2008) hacen mención que la semilla de papaya es muy sensible a los cambios de temperatura y de humedad, dichos cambios causan una disminución progresiva de la viabilidad y el porcentaje de germinación de la misma, los mismos indican que la semilla de papaya tiene un mayor porcentaje de geminación a temperatura 30° C, y presenta un bajo porcentaje de germinación a temperaturas de 20 y 25° C y superiores de los 35° C.

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.

## 4.2 Porcentaje de germinación

### Cuadro N° 3

#### Promedio Porcentaje de Germinación



En el presente cuadro N°3 se puede observar 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.

En algunos estudios se ha observado un efecto negativo sobre la germinación de Carica papaya debido a la presencia en el arilo o sarcotesta, de sustancias inhibitoras (fenoles). También se dice que la marcada disminución de la germinación, en presencia de sarcotesta, es debida a la poca oxigenación de la semilla y/o ambas, por lo que se recomienda la remoción de la misma.

**Cuadro N° 4****Análisis de Varianza del Porcentaje de Germinación**

Factor de Variación	GL	SC	CM	Fc	Valor crítico Ft	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	4950	1650	16,815	5.29	3.24
Error	16	1570	98,125			
Total	19	6520				

$F_c < F_t$  = no existe diferencia significativa

$F_c > F_t$  = si existe diferencia significativa

De acuerdo al análisis de varianza con respecto al cuadro N°4 porcentaje de germinación de los tratamientos S1, S2, S3, S4 indican que si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos ya que se observa que el valor de  $F_c$  es mayor a  $F_t$  al 1 y 5%.

**Cuadro N° 5****Prueba de Tukey de la variable**

Sustratos	Medias	1 %	5 %
T4	81.00	a	a
T2	72.00	a	ab
T1	60.00	ab	b
T3	39.00	b	c

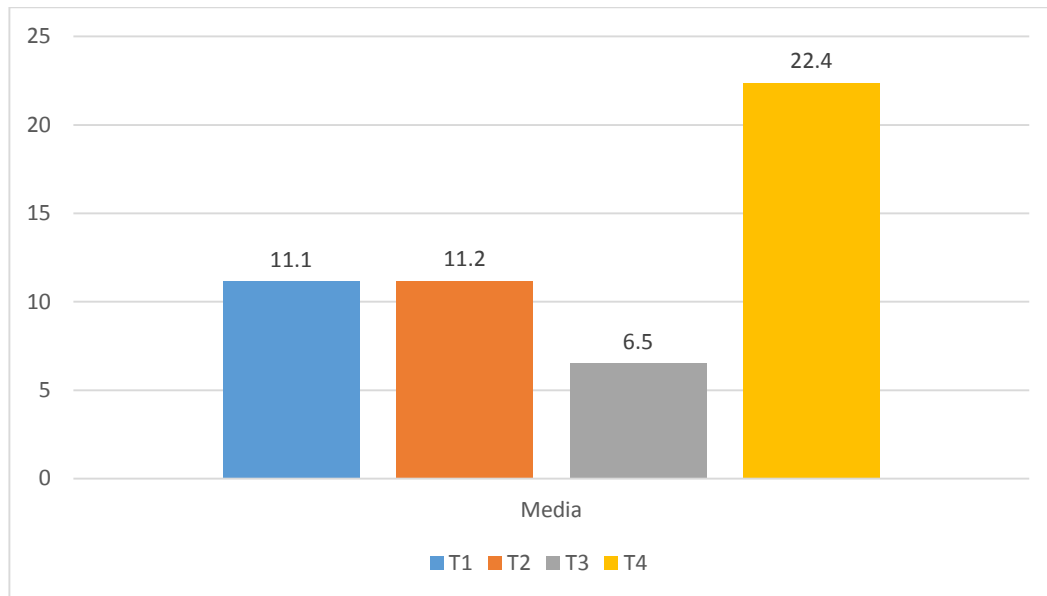
Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

La prueba de tukey a nivel del 1% de significancia para los tipos de sustratos, se observa en el tratamiento 3,1 no difieren estadísticamente, entre el tratamiento 1,2 no difieren entre sí, en los tratamientos 2,4 tampoco hay diferencia, sin embargo en el tratamiento 2,3 y 4 si existe diferencias significativas, mientras que al nivel del 5% los tratamientos 1,2 no difieren, entre el tratamiento 4 y 2 tampoco hay diferencia y en los tratamientos 1, 3 y 4 sí existe diferencias estadísticas.

### 4.3 Altura del plantin

#### Cuadro N°6

##### Altura Promedio de la Planta (cm)



Como se observa en el cuadro N°6, las diferencias obtenidas en altura de planta por las aplicaciones de los diferentes porcentajes de estiércol probablemente puede atribuirse, a la disponibilidad de nutrientes que contienen los mismos, donde el mejor resultado en promedio de altura es para el sustrato 4 (suelo agrícola + lombricompost) el cual obtuvo un promedio de 22.4 cm. y el que presentó menor tamaño fue el sustrato 3 (suelo agrícola + gallinaza) con un promedio de altura de 6.5 cm. podemos inferir que el tipo de sustrato influye para obtener mayor incremento de altura de plantin por la composición que presenta los sustratos.

Gil y Miranda, (2008), En un estudio comprobaron que las proporciones que un sustrato elaborado a partir de tierra, y con mezclas de lombricompost, favorece a un mejor comportamiento en cuanto al crecimiento en altura y también los números de hojas, frente a sustratos compuestos por otra proporción permitiendo el crecimiento vigoroso de las papayas.

**Cuadro N°7 análisis de varianza altura de la planta**

Factor de Variación	GL	SC	CM	Fc	Valor crítico Ft	
					1%	5 %
Tratamientos	3	683,30384	227,7679	47,68818	5.29	3.24
Error	16	76,41908	4,776			
Total	19	759,72292				

$F_c < F_t$  = no existe diferencia significativa

$F_c > F_t$  = si existe diferencia significativa

Como se muestra en el cuadro N°7 se puede establecer que en los tratamientos existen diferencias altamente estadísticas, de acuerdo al análisis de varianza con respecto a la altura de la planta de los tratamientos S1, S2, S3, S4 ya que se puede apreciar que el valor de  $F_c$  es mayor a  $F_t$  en cuanto 1 y 5%.

En función a la información presentada en el anterior cuadro, concluimos que hay diferencias significativas razón por la cual, realizamos la prueba de Tukey.

**Cuadro N°8****Prueba de Tukey de la variable altura (cm)**

Sustratos	Medias	1 %	5 %
T4	22.4	a	a
T2	11.2	b	b
T1	11.1	b	b
T3	6.5	b	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Como se observa en el cuadro N°8, para tener más referencia de estos resultados se realizó la prueba de Tukey a nivel del 1% de significancia para los tipos de sustratos, como se observa que entre los 1,2 y 3 no existe diferencias significativas, pero si existen

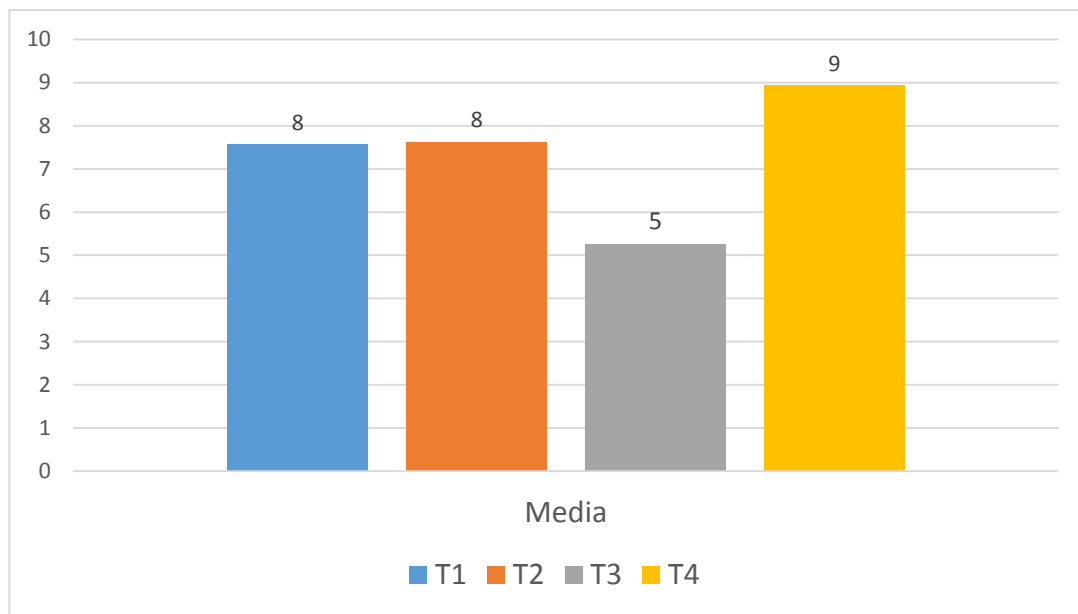


a comparación del tratamiento 4 que difiere entre los demás. La prueba a nivel del 5% en los tratamientos 1,2 no existen diferencias entre tratamientos, pero sin embargo los tratamientos 3,4 hay diferencias estadísticas en comparación del tratamiento 1 y 2.

#### 4.4 Numero de hojas

##### Cuadro N°8

##### Promedio Número de Hojas por planta



Como se observa en el cuadro N°8 se puede apreciar que el mejor sustrato con promedio número de hojas es para el sustrato 4 (suelo agrícola + lombricompost) el cual obtuvo un promedio de 9 seguido de los S1 y S2 por último el tratamiento que presentó menor promedio fue el sustrato 3 (suelo agrícola + gallinaza) con un promedio de 5 hojas.

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.

**Cuadro N° 10****Análisis de varianza de hoja por planta**

Factor de Variación	GL	SC	CM	Fc	Valor crítico Ft	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	34.2	11.4	14.25	5.29	3.24
Error	16	12.8	0.8			
Total	19	47				

$F_c < F_t$  = no existe diferencia significativa

$F_c > F_t$  = si existe diferencia significativa

Como se muestra en el cuadro N° 10 con respecto al número por planta de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 indican que sí existe diferencias altamente estadísticas entre tratamientos ya que se puede apreciar que el valor de  $F_c$  es mayor a  $F_t$  en cuanto al 1 y 5%.

**Cuadro N° 11.****Prueba de Tukey de la variable número de hojas**

Sustratos	Medias	1 %	5 %
T4	9	a	a
T2	8	a	a
T1	8	a	a
T3	5	b	b

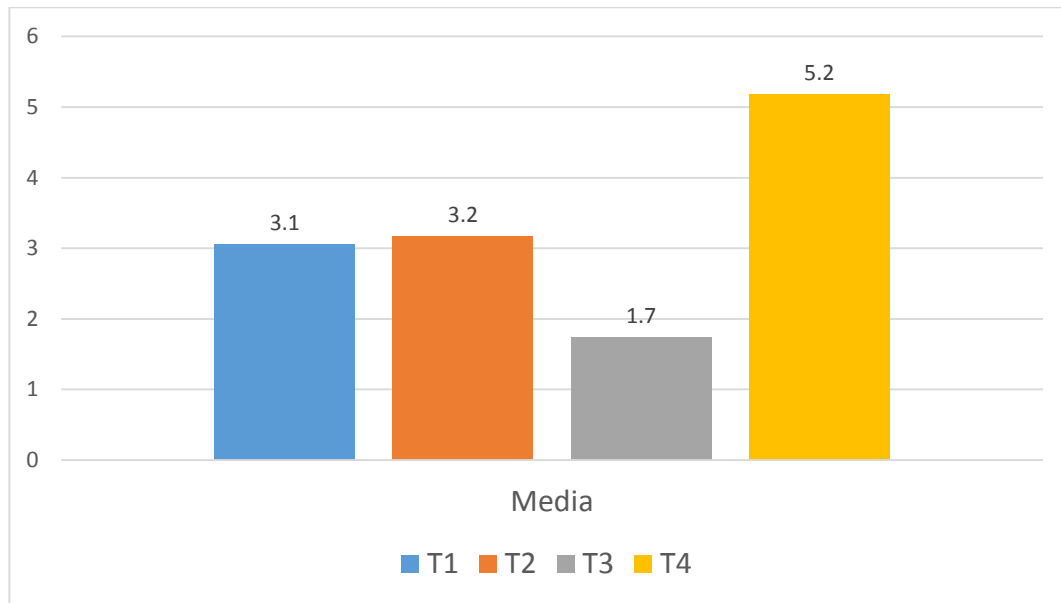
Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Con relación al nivel del 1% se observa que los tratamientos 1,2 y 4 no existen diferencias significativas, sin embargo sí existen diferencias significativas a comparación del tratamiento 3, al nivel del 5% se aprecia en el cuadro que entre los tratamientos 1, 2 y 4 tampoco existen diferencias entre los tratamientos sin embargo existe diferencia en comparación del tratamiento 3.

#### 4.5 Variable Grosor del tallo

##### Cuadro N°12

##### Comparación de Promedio Grosor del Tallo



Como se observa en el cuadro N°12 se puede evaluar que el mejor sustrato con promedio grosor del tallo es para el sustrato 4 (suelo agrícola + lombricompost) el cual obtuvo un promedio de 5.2 milímetros, seguidos de los sustratos 1 y 2 por ultimo el tratamiento 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.

**CUADRO N° 13****Análisis de Varianza Grosor del Tallo (mm)**

Factor de Variación	GL	SC	CM	Fc	Valor crítico Ft	
					1 %	5 %
Tratamientos	3	30,26812	10,0893	54,62	5.29	3.24
Error	16	2,95536	0,185			
Total	19	33,22348				

$F_c < F_t$  = no existe diferencia significativa

$F_c > F_t$  = si existe diferencia significativa

Con respecto al grosor del tallo en el cuadro N°13 se puede establecer que en los sustratos existen diferencias estadísticas ya que  $F_c$  es mayor a  $F_t$  al nivel del 1 y 5%. Y para esto se realizó la prueba de tukey.

**Cuadro N° 14****Prueba de Tukey de la Variable Grosor del Tallo (mm)**

Sustratos	Medias	1 %	5 %
T4	5.18	a	a
T2	3.17	b	b
T1	3.05	b	b
T3	1.74	c	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

La prueba de tukey al nivel del 1% se observa que entre los tratamientos 1 y 2 no existen diferencias significativas, sin embargo entre los tratamientos 3 y 4 si existen diferencias significativas, al nivel del 5% entre los tratamientos 1 y 2 no existen diferencias, sin embargo entre los tratamientos 3 y 4 existen diferencias estadísticas.

#### **4.6 Costo de producción para cada tratamiento**

Estos gastos fueron realizados para estos tipos de sustratos desde la construcción del vivero, preparación del sustrato, el material vegetal y los insumos, así también los jornales (anexo N° 2, 3, 4, 5).

La hoja de costo demuestra que para producir 400 plantines de papaya en el tratamiento 1 en fase vivero hasta los 55 días se realizó un gasto aproximado de 1980 bs como así también para el tratamiento 1, 2 y 3. Y un gasto más elevado para el tratamiento 4 a base de lombricompost llegando a un costo de 2200 bs.

#### **4.7 Incidencia de enfermedades**

Para esta variable se hizo el seguimiento a los diferentes tipos de sustratos y no se evidenció la presencia de enfermedades esto se debió a que las semillas fueron de origen híbrido.

#### **4.8 Incidencia de plantas muertas**

Para esta variable se hizo el seguimiento a los diferentes tipos de sustratos y no se evidenció la representación de enfermedades hasta la culminación del trabajo de campo.

## V. CONCLUSIONES

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

- 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 y se tiene un costo más elevado comparado con los demás tratamientos.
- En cuanto al porcentaje de germinación el T4 alcanzo un promedio de 81% (suelo agrícola + lombricompost) un menor porcentaje de germinación el T3 (suelo agrícola + gallinaza) con un porcentaje de 39% de semillas germinadas.
- La altura de plantines alcanzado hasta los 60 días, tratamiento 4 presentó el mayor crecimiento en altura 22.4 cm, y con menor altura entre el T3.
- El grosor de los tallos el que mejor se desarrolló en comparación a los demás fue el sustrato 4 (suelo agrícola + lombricompost) con 5.2 milímetros y de menor diámetro fue el T3 con un promedio de 1.7 milímetros.
- El tratamiento con mayor número de hojas a diferencias de los otros, fue el sustrato 4 con un promedio de 9 hojas y con menor número de hojas se observó en sustrato 3 con una media de 5 hojas.
- El costo más elevado para estos tratamientos fue para el tratamiento 4 con la suma de 2200 Bs en comparación a los otros tres con un total de 1980 Bs y se concluye que el más viable para esto fue el tratamiento 4.

- Con respecto a incidencia de enfermedades no se presentaron hasta la culminación del trabajo de campo es se debe a que el sustrato fue desinfectado y también se atribuye a la calidad de semilla.
- Para la variable de plantas muertas tampoco existieron plantas que hayan muerto en esta fase.



## VI. RECOMENDACIONES

- Para la obtención de un mayor porcentaje de semillas germinadas en un tiempo más rápido se recomienda el sustrato 4 a base de lombricopost ya que así tendrán mayor vigor y resistencia al trasplante a campo definitivo.
- Realizar el mismo trabajo con otros tratamientos para la germinación de las semillas de distintas variedades del cultivo de papaya y obtención de plantines con diferentes sustratos y en diferentes proporciones.
- Se recomienda realizar otras investigaciones en las cuales se utilice el sustrato comercial mezclado con tierra, arena y materia orgánica, en diferentes proporciones, a fin de obtener una plántula de menor costo y de una calidad aceptable.
- Continuar el ensayo, llevando a terreno definitivo y así investigar otras variables hasta la cosecha como número de flores, fruto por plantas, peso promedio fruto.
- Según los análisis realizados de acuerdo al costo de producción se recomienda utilizar los estiércoles ya que tiene un costo más bajo en comparación de los sustratos comerciales y son de origen orgánico que podemos encontrar en cualquier zona en la que nos encontremos.